

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra kybernetiky a biomedicínského inženýrství**

Procesní a datová analýza subsystému laboratoře pro  
předodběrové a poodběrové vyšetření krevního centra  
s využitím RFID technologie.

Process and Data Analysis of the Laboratory Subsystem for  
pre- and post- Blood Withdrawal examination in a Blood  
Transfusion Station using RFID

## Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Ondraczka**

Studijní program: B2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3901R039 Biomedicínský technik

Téma: Procesní a datová analýza subsystému laboratoře pro předodběrové a poodběrové vyšetření krevního centra s využitím RFID technologie  
Process and Data Analysis of the Laboratory Subsystem for pre- and post- Blood Withdrawal examination in a Blood Transfusion Station using RFID

### Zásady pro vypracování:

Analýza bude vycházet ze současného stavu. Na tomto základě budou analyzovány datové toky vznikající při realizaci procesů v této části. Následně bude proveden návrh začlenění RFID prvků do současného systému a zpracována výsledná analýza obsahující RFID prvky jako součást budoucího IS krevního centra. Analýza bude dále zahrnovat jak data vznikající při jejich ručním zápise do IS, tak data vznikající při zpracování událostí registrovaných RFID snímači začleněnými do této části aktualizovaného IS krevního centra i data získávaná v průběhu procesu z informačního systému.

1. Analýza administrativních a organizačních procesů probíhajících v subsystému laboratoře pro předodběrové a poodběrové vyšetření.
2. Analýza a návrh možností vhodného použití technologie RFID pro realizaci požadavků uživatele.
3. Analýza dat vznikajících při realizaci funkcí v této části i vyžadovaná z IS pro plnění aktivit v tomto úseku KC.
4. Zpracování výsledků analýzy ve formě textového popisu a s použitím diagramů UML.
5. Zhodnocení poznatků získaných při práci na BP.

### Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČERNOHORSKÁ, Vendula. *Použití technologie RFID v provozu transfúzní stanice FN Ostrava*. Ostrava, 2011. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra měřicí a řídicí techniky.
- [2] ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Ondřej KREJCAR. *Systémy řízení a monitorování*. 1.vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2007. 56 s. ISBN 978-80-248-1612-8.
- [3] KANISOVÁ, Hana a Miroslav MÜLLER. *UML srozumitelně*. Praha: Computer Press, 2006. 176 s. ISBN 9788025110836.
- [4] MACÚREK, Filip. Radiofrekvenční identifikace RFID a její použití v automatizaci a logistice. *Automa*. 2005, roč. 11, č. 8-9. ISSN 1210-9592.
- [5] UNUCKA, Jakub. *Automatická identifikace pomocí RFID technologie, včetně praktických příkladů v průmyslové logistice*. Gaben, spol. s r.o., 2008.
- [6] Firemní technická dokumentace pro oblast identifikačních systémů firmy Gaben.
- [7] Firemní technická dokumentace pro automatické identifikace (RFID) z RFID portalu provozovaném firmou Project Invest, s.r.o.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. RNDr. Jindřich Černožorský, CSc.**

Datum zadání: 16.11.2012

Datum odevzdání: 19.07.2013



doc. Ing. Jiří Kozíorek, Ph.D.  
*vedoucí katedry*




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
*děkan fakulty*

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

Datum odevzdání: 19. 7. 2013

Podpis: 

## **Poděkování**

Především bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Doc. RNDr. Jindřichu Černožorskému, CSc. za ochotu, trpělivost a odborné rady, které mi poskytnul při vypracování této práce.

Také bych chtěl poděkovat Ing. Dagmar Valové, za praktické rady a seznámení mě s chodem laboratoří na krevním centru FN Ostrava.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá využitím RFID technologie v chodu laboratoří krevního centra fakultní nemocnice Ostrava. Zabývá se analýzou současného stavu, návrhem nového stavu a nového informačního systému.

Analýza je prováděna na krevním centru fakultní nemocnice Ostrava.

Pro návrh informačního systému pomocí UML diagramů je použit software Enterprise Architect.

## **Klíčová slova**

Krevní centrum, IS, Krevní vzorek, RFID, UML diagram, krev.

## **Abstrakt**

This bachelor thesis focuses on using RFID technology at blood center laboratories at the Ostrava university hospital. The paper deals with current state analysis and development of new possibilities and new information system.

Analysis is performed at Ostrava university hospital blood center.

Enterprise Architect software is used for information system development with the use of UML diagrams.

## **Keywords**

Blood centre, IS, blood sample, RFID, UML diagram, blood.

## Seznam použitých zkratk

FN	Fakultní nemocnice
IS	Informační systém
UML	Unified Modeling Language
RFID	Radiofrekvenční identifikace
EPC	Electronic produkt code
RF	Radiofrekvenční
KC	Krevní centrum
AP	Aferetická plazma
PK	Plná krev
TC	Trombocyty
KP	Krevní plazma
EBR	Krevní elementy
KS	Krevní skupina
SCR	Screeningový test

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Obecné vlastnosti krve .....	2
2.1 Složení krve.....	2
2.1.1 Krevní plazma .....	2
2.1.2 Červené krvinky (erythrocyty) .....	2
2.1.3 Bílé krvinky (leukocyty) .....	2
2.1.4 Krevní destičky (trombocyty) .....	3
2.2 Krevní obraz.....	3
2.3 Krevní skupina .....	4
2.4 Rh (rhesus) faktor.....	5
3. RFID technologie.....	6
3.1 Základní informace o RFID .....	6
3.2 Historie RFID.....	6
3.3 Realizace RFID .....	6
3.4 Omezené využití RFID.....	7
3.5 Problémy RFID .....	7
3.6 Použitelná frekvence RFID systému pro KC .....	7
3.7 Porovnání čárových kódů s RFID .....	9
3.8 Rozdělení používaných RFID tagů .....	9
3.8.1 Dělení podle provedení. ....	9
3.8.2 Dělení na aktivní a pasivní .....	9
3.8.3 Dělení podle tříd.....	10
3.8.4 Složení EPC kódu.....	10
3.9 Rozdělení RFID čteček .....	10
3.9.1 Stacionární čtečky .....	10
3.9.2 Mobilní čtečky.....	11
3.9.3 Brány .....	11
3.10 RFID tiskárny.....	12
4. UML – Unified Modeling Language .....	13
4.1 UML diagramy (rozdělení podle implementace) .....	13
4.1.1 Use Case Model .....	13
4.1.2 Diagram aktivit (činností) .....	13



4.1.3 Diagram stavových přechodů.....	14
4.1.4 Diagram tříd .....	15
4.1.5 Sekvenční diagram .....	16
4.1.6 Diagram komponent.....	17
4.1.7 Diagram nasazení .....	18
4.1.8 Časové diagramy .....	18
4.1.9 Diagram komunikací .....	18
5. Procesní analýza KC .....	19
5.1 Úsek Evidence.....	19
5.2 Předodběrové vyšetření + lékař.....	19
5.3 Předbox .....	20
5.4 Odběr.....	20
5.5 Poodběrové vyšetření .....	20
5.6 Výroba.....	21
5.7 Expedice.....	21
5.8 Graficky vyjádřená procesní analýza KC.....	22
6. Procesní analýza laboratoří předodběrového a poodběrového úseku KC .....	23
6.1 Předodběrové vyšetření.....	23
6.1.1 Graficky vyjádřená procesní analýza předodběrové vyšetření.....	24
6.2 Vyšetření lékařem .....	24
6.3 Odběr.....	25
6.4 Poodběrové vyšetření .....	25
6.4.1 Sérologická laboratoř .....	25
6.4.2 Virologická laboratoř .....	25
6.4.3 Speciální imunohematologie .....	26
6.4.4 Graficky vyjádřená procesní analýza poodběrového vyšetření.....	26
6.5 Řešení RFID technologie v laboratořích krevního centra .....	27
6.5.1 Přehled rozmístění a funkce čteček .....	27
6.5.2 Grafické znázornění rozmístění RFID bran .....	28
7. Datová analýza KC FN Ostrava .....	29
7.1 Sběrné třídy .....	29
7.1.1 Třída hematologie .....	29
7.1.2 Třída virologie.....	29

7.1.3 Třída sérologie.....	29
7.1.4 Třída imunohematologie .....	30
7.1.5 Metody sběrných tříd .....	30
7.2 Meziúložště .....	30
7.3 Databáze .....	31
7.4 Grafické znázornění IS .....	31
7.5 Seznam proměnných IS.....	32
7.6 Seznam metod a jejich funkce.....	33
8. IS pro záznam průchodu bránami.....	34
8.1 Grafické znázornění IS pro kontrolu průchodu branami .....	34
8.2 Seznam proměnných .....	35
8.3 Seznam metod .....	35
9. Závěr .....	36
Seznam literatury .....	37
Seznam příloh.....	38

## **1. Úvod**

Tato bakalářská práce se zabývá vysvětlením chodu v laboratořích krevního centra fakultní nemocnice (FN) Ostrava a popsáním jejich informačního systému (IS).

V této době funguje na krevním centru FN Ostrava identifikace krevních zkumavek pomocí čárových kódů. Jejich následným přečtením čtečkou čárových kódů se zobrazí v IS informace o dané zkumavce.

V některých fakultních nemocnicích ve světě je trendem používat na krevních centrech k identifikaci zkumavek RFID (radiofrekvenční identifikace) technologii. Tato technologie zefektivní práci na krevním centru a pomůže lépe zmapovat pohyb zkumavky po jednotlivých laboratořích krevního centra.

Cílem této práce je návrh rozložení RFID čteček a propojení této technologie s IS na krevním centru FN Ostrava s ohledem na minimalizaci výdajů a co největší efektivnost této technologie.

## 2. Obecné vlastnosti krve

Krev je tělní tekutina spojující všechny orgány a tkáně v těle. Má rozhodující význam pro udržování homeostázy (stálost vnitřního prostředí). Svým podílem představuje 7 až 10 % celkové hmotnosti těla. Množství se pohybuje u mužů od 4,5 do 6 litrů, u žen od 4 až 5,5 litrů. Tato tekutina proudí v cévách (tepny a žíly). Po těle rozvádí kyslík, živiny, hormony a teplo. Z těla odvádí oxid uhličitý a odpadní látky, vznikajících během látkové výměny. Funkce krve je tedy výživná, okysličovací, regulační, imunitní a termoregulační. Krev se skládá z krevních elementů a krevní plazmy. [1]

### 2.1 Složení krve

#### 2.1.1 Krevní plazma

Představuje 5 % hmotnosti lidského těla. Voda tvoří 91 – 92 % a 8 – 9% rozpuštěné látky. Elektrolyty krevní plazmy jsou nutné pro fyzikálně chemické vlastnosti, jako například osmotický tlak a pH. Hlavním kationtem plazmy je sodík. Další jsou draslík, vápník a hořčík. Hlavními anionty jsou chloridové a hydrogenuhličitanové. Další rozpuštěné látky jsou organické kyseliny a bílkoviny, dále glukóza (4 – 6 mmol/l) a močovina (7 mmol/l). pH se pohybuje v rozmezí  $7,4 \pm 0,04$ . [1]

#### 2.1.2 Červené krvinky (erytrocyty)

Jako první je v roce 1674 popsal objevitel mikroskopu Antony van Leeuwenhoek. Jejich funkce byla ovšem objevena až později.

Tvoří se v kostní dřeni. Zralé erytrocyty jsou vysoce specializované. Jejich funkce je přenášet kyslík a oxid uhličitý mezi tkáněmi a plicemi. Během svého vývoje ztrácí buněčné jádro i jiné buněčné organely.

V krvi se vyskytují erytrocyty různých velikostí. Vlivem hormonů (konkrétně testosteronu) se u mužů vyskytuje více erytrocytů než u žen. Červenou barvu erytrocytů způsobuje červené barvivo, známé jako hemoglobin. Tato složitá bílkovina obsahuje železo (Fe) ve své prothetické skupině. Na železo se váže kyslík ( $O_2$ ). Tímto vzniká oxyhemoglobin. Průměrná délka života erytrocytů v krevním oběhu člověka je sto dní. Svůj životní cyklus erytrocyty končí ve slezině, kde dochází k jejich destrukci.

Tvar erytrocytů je podobný kouli stlačené ze dvou protilehlých stran, mají tedy tvar bikonkávního disku. Tento tvar umožňuje zvětšení povrchu krvinky. Také zvyšuje pružnost a deformovatelnost buněk a tím průchod přes tenké vlásečnice, také zlepšuje výměnu plynů ( $O_2$ ,  $CO_2$ ).

Průměr erytrocytu je  $7,4 \pm 0,5 \mu m$ , tloušťka je na kraji  $2,1 \mu m$  a uprostřed  $0,8 \mu m$ . [1]

#### 2.1.3 Bílé krvinky (leukocyty)

Tvoří se v kostní dřeni. Počet leukocytů není závislý na pohlaví. U zdravého člověka je v jednom mikrolitru krve obsaženo 4000 – 11000 leukocytů (v jednom litru krve je obsaženo 4 až  $11 \cdot 10^9$  leukocytů).

Funkce leukocytů je zajistit látkovou a buněčnou imunitu. Při zatížení organismu např. stresem nebo při infekci se počet leukocytů zvyšuje. Jejich zbarvení je proměnlivé a podle obsahu barvitelných zrn se leukocyty dělí na Granulocyty, Lymfocyty a Monocyty. Granulocyty se dále dělí na Neutrofil, Eozinofily, Bazofily. Každý typ leukocytů má svou specifickou funkci v organismu. Některé z leukocytů jsou schopny vytvářet protilátky.

Rozměr leukocytů je 6 - 25  $\mu\text{m}$ .

Společnou vlastností všech bílých krvinek je pohyblivost a adhezivita (schopnost přilnout k povrchu cizorodých částic).

V těle plní imunitní funkci. [1]

### 2.1.4 Krevní destičky (trombocyty)

Jsou to nejmenší elementy krve, jejich velikost je 2 – 4  $\mu\text{m}$  a jsou silné 0,5  $\mu\text{m}$ . Jsou bezjaderné a bezbarvé. Mají tvar nepravidelných disků.

V jednom litru krve je jich  $150 - 300 \cdot 10^9$ . Přibližně  $\frac{2}{3}$  trombocytů koluje v krvi a  $\frac{1}{3}$  je deponována ve slezině, ale pořád probíhá jejich výměna. Mají schopnost proteosyntézy (proces, při kterém se tvoří bílkoviny). Jejich životnost se pohybuje v rozmezí 9 – 12 dní.

Obsahují tři typy granul, které produkují látky důležité pro jejich funkci, ATP,  $\text{Ca}^{2+}$  a serotonin.

Jejich životní funkcí je chránit tělo před ztrátou krve. Vytvářejí zátku zvanou bílý trombus, který ucpává drobné trhliny v mikrocirkulaci. Trombocyty obsahují tromboxan, který shlukuje destičky a prostacyklin s tlumivými a vazodilatačními účinky. [1]

## 2.2 Krevní obraz

Je základní vyšetření zdravotního stavu, obzvláště při podezření na anémii, infekce a další nemoci. Krevní obraz se vyšetřuje z krevních elementů (erytrocyty, trombocyty a leukocyty). Krevní obraz je série krevních testů, které obsahují:

- **Celkové množství leukocytů (CML)** – zde je důležité jak zvýšení počtu, tak jeho snížení. Hodnota, kolik leukocytů je obsaženo v jednom litru krve.
- **Diferenciální rozpočet leukocytů (DRL)** – rozlišení typů bílých krvinek (granulocyty, lymfocyty, monocyty, neutrofil, eozinofily, bazofily). Udává se v procentech.
- **Celkové množství erytrocytů (CME)** – je důležité jak zvýšení počtu, tak jeho snížení. Hodnota, kolik erytrocytů je obsaženo v jednom litru krve.
- **Hemoglobin (HGB)** – množství proteinu přenášejícího kyslík v těle. Udává se v gramech na litr krve.

- **Hematokrit (HCT)** – procentuální zastoupení erytrocytů v celkovém množství krve.
- **Celkový počet trombocytů (CPT)** – Při zvýšeném počtu může dojít k trombotickým stavům. Naopak při sníženém počtu může dojít ke krvácivým stavům. Hodnota, kolik trombocytů je obsaženo v jednom litru krve.
- **Střední objem erytrocytu (SOE)** – vyhodnocuje průměrnou velikost erytrocytů. Při zvýšeném SOE jsou erytrocyty velké (makrocyty). Tento stav se může vyskytnout při anémii z nedostatku vitamínu B12. Pokud je SOE sníženo, tak to znamená, že jsou červené krvinky příliš malé (mikrocyty). Tento stav se může vyskytnout při anémii z nedostatku železa. Udává se ve femtolitrech.
- **Průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu (PHHE)** – Makrocyty mají zvýšenou PHHE a Mikrocyty mají sníženou PHHE. Udává se v pikogramech.
- **Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytech (PKHE)** – Snížená hodnota PKHE způsobuje hypochromii. Vzniká v případech, kdy je hemoglobin abnormálně rozptýlen v erytrocytech, například při anémii z nedostatku železa. Zvýšená hodnota PKHE způsobuje hyperchromii. Vzniká v případech nadměrné koncentrace hemoglobinu v erytrocytech, například v důsledku popálenin. Udává se v kilogramech na jeden litr krve.
- **Distribuční šíře erytrocytů (DSE)** – vypočítá se z rozptylu velikosti erytrocytů. Informuje o množství kyslíku, které erytrocyty dokážou roznést po těle. Zvýšení hodnoty nacházíme u některých anémií. Je zapříčiněná zvýšeným množstvím různě velkých krvinek a různými tvary erytrocytů. Udává se v procentech. [4]

## 2.3 Krevní skupina

Krevní skupina má velký význam pro imunologickou individualitu jedince. Ovlivňují ji dědičně dané vlastnosti červených krvinek.

Typ krevní skupiny je ovlivněn antigeny, které se nacházejí na povrchu červených krvinek. Nepřítomnost některého z antigenů vede k produkci protilátek stejného typu, jako je chybějící antigen.

Protilátky se nacházejí v krevní plazmě, jejich tvorbu mohou vyvolat antigeny. Za normálních okolností jsou v krvi pouze ty protilátky, které neohrožují antigeny nacházející se na krvinkách. Pokud toto není dodrženo, dochází k rozpadu červených krvinek.

Obecně známé jsou krevní skupiny A, B, AB, 0. Tyto skupiny patří do rozdělení systémem AB0. Toto rozdělení je nejdůležitější pro krevní transfúze a transplantace. Ovšem krevních skupin je mnohem více. Dnes je známo přibližně 50 systémů krevních skupin.

Dá se říci, že každého člověka v lidské populaci lze přiřadit k jedné ze čtyř krevních skupin systému AB0 (tedy ke skupině A, B, AB nebo 0). V lidské populaci se nejvíce vyskytuje skupina 0. Nejvzácnější je AB.

Pokud má jedinec krevní skupinu jinou než AB, tak má i protilátky proti ostatním krevním skupinám. Pokud má jedinec krevní skupinu A tak obsahuje i antigen A. Tím se tvoří protilátky typu B a znemožňují výskyt krevní skupiny B v krvi. Pokud má jedinec krevní skupinu B tak obsahuje i antigen B. Tím se tvoří protilátky typu A a znemožňují výskyt krevní skupiny A v krvi. Krevní skupina 0 nemá antigeny A ani B, tvoří se tedy protilátky obou typů A i B. Takže může dostat krev jen od jedinců s krevní skupinou 0, ale může darovat krev všem skupinám (nazývá se proto univerzální dárce). Skupina AB obsahuje antigeny A i B, tedy netvoří protilátky a může dostat krev od kterékoliv skupiny (nazývá se proto univerzální příjemce).

Určení krevní skupiny má nejrozšířenější užití v medicíně při transfúzích krve. Dá se využít i k určení otcovství nebo v kriminalistice, i když už existují přesnější metody v této oblasti. [9]

**Tabulka 1: Tabulka krevních skupin.**

Krevní skupina	Antigen	Protilátky	Dárce
A	A	B	A,0
B	B	A	B,0
AB	AB	Žádné	Všichni
0	Žádný	A a B	0

## 2.4 Rh (rhesus) faktor

Je to aglutinogen, který se nachází na červených krvinkách. Je také důležitý pro transfúzi krve. Rozlišujeme dva typy. Pokud se Rh faktor v těle člověka nachází, je člověk takzvaně Rh + (pozitivní) a pokud se v těle Rh faktor nenachází, je člověk Rh – (negativní). V lidské populaci je vyšší výskyt Rh +.

Na rozdíl od systému AB0, se v krvi nevyskytují proti skupině Rh+ protilátky. Ty se mohou vytvořit, pokud člověk Rh pozitivní daruje krev člověku Rh negativnímu.

Velký význam Rh faktoru je v těhotenství. Pokud je matka Rh negativní a otec je Rh pozitivní, je zde vysoká šance, že se dítě narodí jako Rh pozitivní, protože Rh pozitivní je dominantnější. Pokud je plod Rh pozitivní, jeho krvinky vytvářejí protilátky v těle matky během těhotenství, případně potratu. Pokud při dalším těhotenství je plod opět Rh pozitivní, protilátky v krvi matky, způsobují poškození krvinek v těle plodu a dochází k hemolýze (zániku krvinek). To se projeví jako fetální erytroblastóza s těžkou novorozeneckou žloutenkou a poškozením řady vnitřních orgánů včetně mozku. Jako prevence tohoto děje se vpravuje do těla matky po prvním porodu protilátka anti-D imunoglobulin. Tím se zabrání vzniku protilátek a případným komplikacím při druhém těhotenství.

Člověk, který má Rh pozitivní, nemůže darovat krev člověku s Rh negativní a naopak. [10, 12]

### **3. RFID technologie**

#### **3.1 Základní informace o RFID**

Radiofrekvenční identifikace je moderní metoda, která umožňuje identifikovat pomocí radiofrekvenčních vln objekty. Tato technologie je využitelná v mnoha průmyslových oblastech a začíná se rychle rozšiřovat po světě. Její použití je velmi výhodné tam, kde je potřebná rychlost a přesnost pro zpracování dat a jejich následné předání k dalšímu zpracování.

Data jsou v elektronické podobě uloženy v malých čipech na štítcích (tag). Tyto data je možno načítat a přepisovat z těchto tagů pomocí radiofrekvenčních vln. Na rozdíl od čtečky čárových kódů je možno načítat i více tagů najednou. Čtení čárových kódů je nutno provádět jednotlivě. Dnešní čtecí zařízení dokážou načíst i několik set tagů za minutu.

Tato technologie je považována za následníka čárových kódů. Nepředpokládá se ale, že RFID nahradí čárové kódy ve všech odvětvích průmyslu, naopak se předpokládá, že bude dominovat, případně se bude používat v kombinaci s čárovými kódy. [2, 14]

#### **3.2 Historie RFID**

Myšlenka na vznik bezdrátového přenosu dat vznikla v maloobchodní firmě WalMart, tato firma také stála u zrodu čárových kódů. Základem bylo vymyslet technologii, která by mohla objekt identifikovat na větší vzdálenost, přičemž nebude nutná přímá viditelnost. Také bylo nutné, aby tato technologie zvládala v reálném čase zpracovávat více objektů současně.

V současnosti byl zaznamenán velký rozvoj této technologie v různých odvětvích průmyslu. Největší uplatnění pro tuto technologii se nachází v oblasti logistiky, výrobě, sledování zavazadel a osob na letištích. Ovšem nachází uplatnění i v mnoha jiných odvětvích. [2, 14]

#### **3.3 Realizace RFID**

Podobně jako u čárových kódů je informace umístěna na nosič dat. Těmto nosičům se říká RFID tagy. Jsou připevněny na sledované objekty. Tagy jsou vybaveny malým čipem, anténkou a pamětí.

Tyto tagy může hromadně přečíst čtecí zařízení, které může být pevné nebo mobilní. Pomocí vln, vyzářených z čtecího zařízení, dochází k nabíjení čipu a následnému bezdrátovému odeslání dat zpět do čtecího zařízení. Obsahem každého tagu je EPC kód (electronic product code), což je jednoznačné sériové číslo tagu.

Každá realizace RFID obsahuje tagy pro označení objektů, čtecí zařízení a middleware, což je řídicí systém, který zařizuje hromadné načtení všech tagů v dosahu zařízení a který se využívá k přenosu zaznamenaných dat do řídicího systému nebo do IS. [2, 14]



### 3.4 Omezené využití RFID

Jako každá technologie, tak i RFID není dokonalá a má svá omezení.

Z fyzikálního principu je šíření radiofrekvenčních vln významně ovlivněno přítomností elektromagnetického pole, které se například vytváří kolem proudového vedení v silových kabelech. Případně může být ovlivněno i přítomností kapalin a kovových konstrukcí. Nevhodné umístění tagů na láhve s vodou či krevní zkumavky může vést k problémům se čtením těchto tagů. Problém se čtením může způsobovat i nevhodné umístění antén.

Úspěšné zavádění RFID může vést k představě o dokonalosti a bezproblémovosti RFID technologie. Při mnoha implementacích se zjistilo, že po namíření čtečky na tagy nedošlo k přenesení informací z některých tagů. Čtení tagů je výrazně závislé na vhodném umístění čteček, správném navržení infrastruktury sítě RFID i na způsobu umístění samotného tagu na snímáný předmět. Vhodný je výběr druhů antén, zvolení správného počtu antén, případně přidání více čteček pro zajištění lepšího pokrytí. [2, 14]

### 3.5 Problémy RFID

- **Kapaliny a kovy (interference)** – Některým rádiovým frekvencím může bránit přítomnost kapalin nebo kovů. Proto je vhodné umístit tag takovým způsobem, aby bylo zaručeno, že mezi čtečkou a tagem bude ideálně vzduch.
- **Kolize čteček** – Nastane při vzájemném rušení signálu čteček. Tato situace je řešitelná tím, že čtečky přistupují k signálu v jiný okamžik. Toto musí být řešeno konfigurací čteček, aby byl každý tag načten pouze jednou. V opačném případě může dojít k načtení jednoho tagu vícekrát. [2]

### 3.6 Použitelná frekvence RFID systému pro KC

Nejvýhodnější frekvenci pro použití na KC lze odvodit z tabulky uvedené níže (Tabulka 2).

Frekvence, použitelná pro snímání RFID kódu, je 13,56 MHz. Tato hodnota je dohodnutá frekvence pro použití RFID technologie v pásmu vysokých frekvencí. Vyznačují se poměrně velkou vzdáleností čtení (až 1 m) a dostatečnou přenosovou rychlostí. Signál s frekvencí 13,56 MHz, se vyznačuje odražením od kovů a obtížným průchodem kapalinami.

Přestože krev je kapalina, je frekvence 13,56 MHz pro snímání RFID kódu nejvýhodnější, protože má velkou vzdálenost čtení a velkou přenosovou rychlost. Tyto vlastnosti mají převahu nad slabší pronikavostí signálu kapalinami.

Při nízkých frekvencích nemají kapaliny vliv na průchod signálu. Na druhou stranu mají malou přenosovou rychlost a snímají na krátké vzdálenosti (cca 10 cm), což je na KC nepoužitelné.

Na vyšších frekvencích, než je 13,56, dochází k vysoké absorpci signálu kapalinou, což má za následek, že kapalina nemusí signál propustit. Protože krev je kapalina, jsou tyto frekvence na KC nepoužitelné.

**Tabulka 2: Frekvenční pásma a jejich vlastnosti. [2]**

Frekvenční pásmo	Označení	Vlastnosti
125 až 135 kHz	LF (nízká frekvence)	Malý dosah, většinou do 10 cm (maximálně 50 cm)
		Vysoké výrobní náklady
		Malá přenosová rychlost
		Kovy a kapaliny nemají vliv na signál
		Neexistují antikolizní mechanismy
		Použití: čipování zvířat, docházkové karty
13,56 MHz	HF (vysoká frekvence)	Čtecí dosah do 1 m
		Nízká cena štítků
		Signál se odráží od kovů a obtížně prochází kapalinami
		Dostatečná přenosová rychlost
		Použití: Smart karty, docházkové systémy, knihovny
860 až 930 MHz	UHF (ultra vysoké frekvence)	Čtecí dosah do 5 m
		Nejnižší cena štítku
		Signál je značně absorbován kovy a zcela kapalinami
		Vysoká přenosová rychlost
		Použití: sledování toku palet, sledování toku vratných obalů, sledování toku kontejnerů, třídění zásilek na letišti
2,45 až 5,8 GHz	MW (Mikrovlny)	Čtecí dosah až 10 m
		Vysoká cena tagu
		Signál extrémně absorbují kapaliny
		Možnost kolize s některými typy bezdrátových počítačových sítí a jiných zařízení
		Nejvyšší přenosová rychlost
		Použití: elektronické mýtné, identifikace zavazadel při letecké přepravě, bezdrátový záznam a přenos dat v reálném čase

### 3.7 Porovnání čárových kódů s RFID

Tabulka 3: Porovnání čárových kódů a RFID technologie. [2]

Čárový kód	RFID
Nutná přímá viditelnost	Možnost snímání přes různé materiály
Čtení vždy jen jednoho čárového kódu	Možnost mnohačetného čtení
Snímání na vzdálenost 0 -1 m	Snímání na 0-15 m
Nízké výrobní náklady	Výrobní náklady závislé na implementaci
Obtížné automatizování	Možnost automatizace

### 3.8 Rozdělení používaných RFID tagů

Každý tag se skládá ze tří částí: anténa, čip a podložka. Čip a anténa jsou umístěny na podložce, nejčastěji realizované samolepící fólií. Velikost podložky je závislá na velikosti antény, protože ta je největší funkční část tagu. Obecně platí, že čím vyšší je použitá frekvence, tím menší může být anténa. Čip obsahuje transpondér, který se stará o příjem a vysílání signálu. Čip také obsahuje vnitřní paměť. [2, 14]

#### 3.8.1 Dělení podle provedení.

- **RFID tag** – paměťový RF čip, který nese informaci. Provedení je závislé na aplikaci. Skládá se z čipu, antény, propojení a zapouzdření. Typ čipu ovlivňuje kapacitu a typ RFID tagu. Anténa ovlivňuje kvalitu příjmu a odesílání RF signálu. Zapouzdření má funkci ochrannou, umožňuje použití RFID tagu v různých nehostinných podmínkách, čímž výrazně prodlužuje jeho životnost.
- **RFID smart label** – RFID čip je umístěn na potisknutelné etiketě a mohou zde být další informace, jako například text, grafika atd.
- **RFID wristband** – Náramek na ruce obsahující RFID čip. Velmi využívané ve zdravotnictví k identifikaci osob, aby nedošlo k záměně jejich totožnosti.
- **RFID karta** – RFID čip je zapouzdřen do plastové karty. Toto je nejvíce využíváno jako platební karty v obchodech nebo závodních jídelnách.
- **RFID inlay** – Zde se zavádí čip přímo do produktu. Pokud se jedná o kovový produkt, je možné toto realizovat oddělovací vrstvou, aby nedocházelo k rušení. [2, 14]

#### 3.8.2 Dělení na aktivní a pasivní

- **Aktivní čipy** – Tyto čipy mají vlastní miniaturní baterii, která vydrží cca 1 - 5 let. Díky tomu mohou vysílat samy své údaje. Přítomnost baterie způsobuje, že jsou tyto čipy méně odolné na teplotu a potřebují baterii vyměňovat. Jejich využití je pro sledování osob, zvířat a všude tam, kde lze tento čip opakovaně používat. Tyto čipy mají vysílat informace na vzdálenost i 100m, ale také mají velké náklady na pořízení. Mají také velkou paměť, může dosahovat až 100kb.
- **Pasivní čipy** - Nejsou tak cenově náročné jako čipy aktivní, ale mají také menší vzdálenost čtení, pouze cca 0,5 - 10m. Tagy s nejvyšší frekvencí mají rádius – cca 3 – 10m. Tagy s nejnižší frekvencí cca 125kHz mají dosah jen 0,5m. Pasivní čipy jsou více rozšířené díky tomu, že jsou

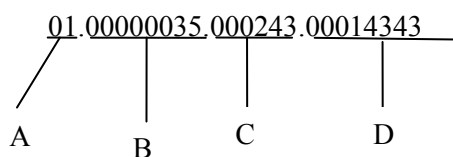
cenově dostupnější, mají menší nároky na údržbu a jsou odolnější. Velikost paměti u pasivního čipu je 64 – 256 bits. [2, 14]

### 3.8.3 Dělení podle tříd

- **Pouze ke čtení** – Class 0 pouze pro čtení, programováno ve výrobě, 64 nebo 96 bit, čtení 1000 tagů / sec.
- **Zapisovatelné 1x nebo vícenásobně** – Class 1 zápis 1x / mnohokrát, programováno při použití, 64 nebo 96 bit, čtení 200 tagů / sec.
- **Zapisovatelné vícenásobně** – Class 0+ čtení / zápis, programováno kdykoli, 256 bit, čtení 1000 tagů/sec.
- **Zapisovatelné vícenásobně** – Gen 2 čtení/zápis, programováno kdykoliv, 256 bit, čtení 1600 tagů/sec. [2, 14]

### 3.8.4 Složení EPC kódu

Tento kód má čtyři čísla (části). Jednotlivé části jsou přidělovány organizací EPC global tak, aby byly vždy unikátní. Čísla jednotlivých objektů si volí každý výrobce sám v rozmezí, které mu určila tato organizace.



Obr. č. 1: Složení EPC kódu.

**A** – 8 bitů hlavička, EPC číslo verze.

**B** – 28 bitů informace o firmě, 268 milionů firem.

**C** – 24 bitů třída výrobku, 16 miliónů tříd.

**D** – 36 bitů unikátní číslo produktu, 68 miliard čísel. [2, 14]

## 3.9 Rozdělení RFID čteček

Čtečky RFID kódů se dělí na 3 základní skupiny. Těmi skupinami jsou čtečky stacionární, mobilní a brány. [2, 14]

### 3.9.1 Stacionární čtečky



**Obr. č. 2: Příklad stacionární čtečky (RFID čtečky EMS Cobalt C) [5]**

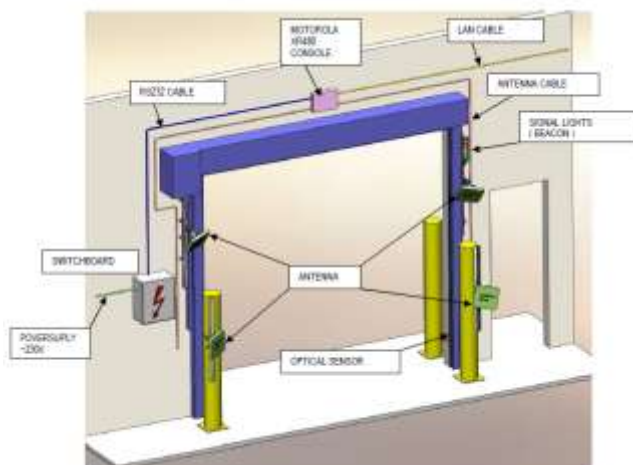
### **3.9.2 Mobilní čtečky**



**Obr. č. 3: Příklad mobilní čtečky (Motorola MC3190-Z) [6]**

### **3.9.3 Brány**

Hlavními součástmi RFID brány jsou antény a stacionární čtečky. Obojí je připevněno na volitelné konstrukci. [2]



**Obr. č. 4: RFID brána [7]**

### **3.10 RFID tiskárny**

Nejznámější tiskárny pro tisk RFID kódu jsou Zebry. Jsou to tiskárny doplněné o modul pro zapisování informací do tagů nebo etiket s RFID čipem. [2]



**Obr. č. 5: Příklad tiskárny RFID kódu (Zebra RZ400 plus) [8]**

## 4. UML – Unified Modeling Language

Jedná se o grafický jazyk používaný hlavně pro struktury a dokumentaci softwarových systémů, ale může být použit i k jiným účelům.

UML slouží jako standartní způsob psaní návrhů systémů, podnikových procesů, systémových funkcí, databázových schémat, případně příkazů pro programovací jazyky. [3]

Pro vytváření UML diagramů slouží řada CASE systémů. V této práci je použit software Enterprise architect.

### 4.1 UML diagramy (rozdělení podle implementace)

#### 4.1.1 Use Case Model

Diagram interakce s uživatelem (model případů užití). Tento model popisuje interakce (vzájemné působení) mezi uživatelem a systémem. Má velký význam pro analýzu vývoje systému.

**Základními prvky diagramu jsou aktér a případ užití**

- **Aktér (uživatel)** – je to účastník, který komunikuje s vytvořeným systémem. Může se jednat o člověka, ale za aktéra také můžeme považovat jiný systém. Aktér určuje hranice navrhnutého systému. V diagramu se jako symbol aktéra používá figurka.
- **Případ užití** – popisuje logickou komunikaci mezi aktérem a vlastním systémem. Definiuje funkční požadavky na vytvářený systém. Jedná se o posloupnost procesů začínající aktérem, která definuje vztah mezi uživatelem a systémem. Pomáhá vývojářům zjistit požadavky systému z hlediska uživatelů. Symbol pro případ užití je ležatá elipsa.

**Pro znázornění komunikace mezi aktérem a případem užití se používá impuls a reakce**

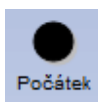
- **Impuls** – komunikace směřující od aktéra k systému. Popisuje požadavek aktéra na systém, případně aktérovu odpověď na požadavek systému.
- **Reakce** – komunikace směřující od systému k aktérovi. Definiuje odpověď systému aktérovi nebo požadavek systému na aktéra. [3]

#### 4.1.2 Diagram aktivit (činností)

Vyjadřuje dynamické chování modelu. Skládá se z aktivit (činností) prováděných aktéry (lidskými, systémovými, apod.). Tyto aktivity jsou spojeny přechody, které mohou být řízeny podmínkami. V určitých bodech může dojít k paralelnímu zpracování.

**Používá prvky**

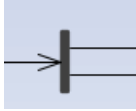
- **Počátek** – Znázorňuje, kde program začíná.



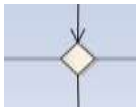
- **Návaznost** – Zobrazuje tok dat.



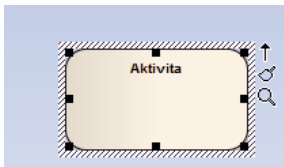
- **Paralelizace** – Znázorňuje více procesů, které probíhají současně.



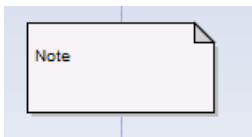
- **Rozhodovací bod** – Bod, kde se rozhoduje, co se bude vykonávat dále.



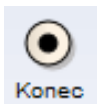
- **Aktivita** – Znázorňuje jednu funkci programu.



- **Komentář** – Slouží na vložení poznámky.



- **Konec** – Znázorňuje ukončení programu.



### 4.1.3 Diagram stavových přechodů

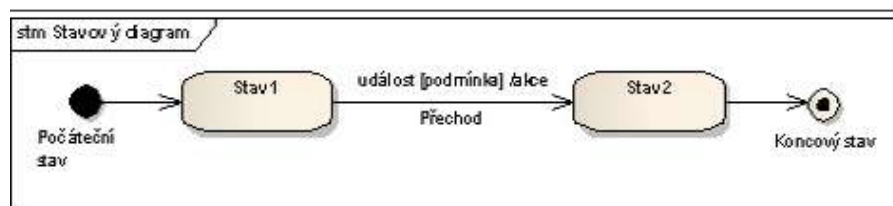
Stavové diagramy znázorňují detaily přechodů nebo změny stavů objektů, které mohou vzniknout při putování objektů systémem. Definuje, jak objekt putuje jednotlivými stavy, a pravidla, kterými se toto putování řídí.

#### Prvky diagramu

- **Počáteční stav** – Stav, kde dochází k začátku života objektu.
- **Stav** – Situace v životě objektu, kdy objekt provádí nějakou operaci, čeká na novou událost nebo splňuje určitou podmínku.



- **Přechod** – Je to podmínka, kterou musí objekt splnit při přechodu z jednoho stavu do druhého. Popis přechodu je složen ze tří částí: událost, podmínka a akce. Píší se většinou nad šipku, znázorňující dráhu přechodu objektu. Správný zápis vypadá následovně: událost [podmínka] / akce. Aby proběhla událost a došlo k přechodu do dalšího stavu, musí být splněna podmínka.
- **Událost** – Je popis určitého výskytu něčeho v čase a prostoru. Za předpokladu, že není v diagramu uvedena, dochází k přechodu do dalšího stavu automaticky.
- **Koncový stav** – Stav, kde dochází k ukončení života objektu. V diagramu může chybět za předpokladu, že je život objektu zacyklený. [13]



Obr. č. 6: Prvky použité ve stavovém diagramu. [13]

#### 4.1.4 Diagram tříd

V UML se třída používá jako základní konstrukce pro definici předpisů, z kterých během chodu systému vznikají objekty. Třída tedy funguje jako předpis (návod) při vzniku funkce objektu.

Model tříd je základem při objektově orientovaném vývoji a návrhu. Může vyjadřovat stálý stav nebo chování systému.

Třída je ohraničení atributů („proměnných“) a metod, které s těmito atributy pracují.

Při navrhování systému je velice důležité využít možnosti „minimálního zásahu uživatele“. Tedy zařídit, aby metody třídy manipulovaly s atributy místo uživatele. Tímto zajistíme aktualizaci systému v místě, kde se má uskutečnit, a za jasně specifikovaných pravidel. Údržba systému, který toto pravidlo nesplňuje, je v mnoha částech systému obtížná.

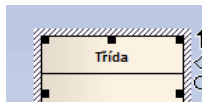
Diagram tříd se používá pro zobrazení interakcí mezi třídami a rozhraními. [3]

#### Dědičnost tříd

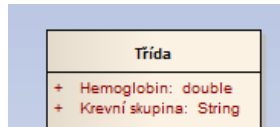
Pojmem dědění ze třídy se rozumí situace, kdy přebírá „nová“ třída vlastnosti jiné existující třídy a doplňuje je o své vlastní. Takto vzniklé třídy se nazývají dětské (Child). Třída, ze které přebírají dětské třídy vlastnosti, se nazývá rodičovská (Parent).

#### Používá prvky

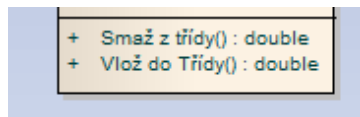
- **Třída** je základem diagramů tříd a reprezentuje předpis objektu. Dělí se do tří částí
  - **Hlavička** – V této části se definuje jméno třídy.



- **Oblast atributů (proměnných)** – Obsahuje vnitřní datové prvky.



- **Oblast chování** – Definiují chování proměnných (funkce třídy).



#### Atributy a metody uvedené ve třídě mohou být

- **Soukromé (private)** – S těmito atributy a metodami může pracovat jen vlastní třída, ostatním třídám jsou „neviditelné“.
- **Veřejné (public)** – Mohou s nimi pracovat všechny třídy.
- **Chráněné (protected)** – Viditelné pouze dědicům třídy.
- **Tabulka** – Prvek statické třídy, který umožňuje vkládat více entit (řádky) k atributům (sloupce).



- **Návaznost** – Reprezentuje tok dat. [3]

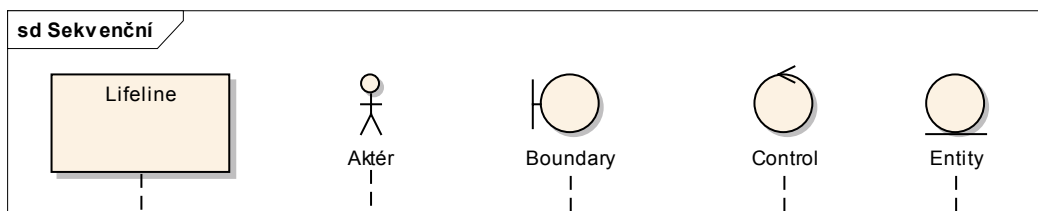


### 4.1.5 Sekvenční diagram

Jedná se o zobrazení objektů v čase. Definiuje sekvenci zpráv, které se posílají mezi objekty, aktéry nebo komponenty. Využití mají hlavně pro programátora, který si může uvědomit časovou návaznost jednotlivých událostí v systému. [3]

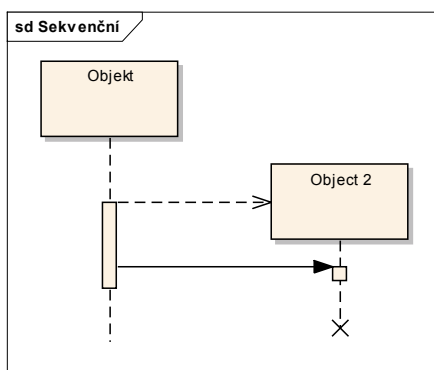
## Základní prvky diagramu

- **Lifeline** – Jedná se o čáru života účastníka (objektu) v diagramu. Většinou začíná symbolem obdélníku se jménem. Začátek čáry života může mít i jiné symboly, pokud se jedná o element aktér nebo prvky boundary, control a entity. Od tohoto symbolu pokračuje přerušovaná čára směrem dolů, která reprezentuje délku života.



Obr. č. 7: Symboly pro lifeline.

- **Zprávy** – Zprávy, které si posílají mezi sebou objekty, jsou reprezentovány symbolem šipky.
- **Výskyt provedení** – Tenký, svislý obdélník na čáře života. Reprezentuje dobu, po kterou je objekt aktivní.
- **Self message** – Zpráva sobě. Reprezentuje volání metod patřících stejnému objektu. Symbolem je čára vedoucí z výskytu provedení zpět do výskytu provedení na jedné čáře života.
- **Začátek a konec čáry života** – Během časového rozmezí diagramu může dojít k vytvoření nového objektu, tento objekt je posunut na nižší úroveň než objekt, který jej vytvořil. Čára života může být také ukončena křížkem, čímž zruší objekt, a ten se proto dalších procesů neúčastní. [3]



Obr č. 8: Začátek a konec čáry života.

### 4.1.6 Diagram komponent

Obsahuje softwarové komponenty, které se budou při vytváření systému využívat. Softwarové komponenty mohou být nově vytvořeny pro specifický systém nebo převzaty z jiných projektů, dodavatelů atd.

Komponenty představují stavební bloky pro konstrukci systému. Jsou to agregace (shluky) menších softwarových jednotek. [3]

### **Používané prvky jsou**

- Tabulka.
- Datový i spustitelný soubor.
- Dynamická knihovna.
- Dokument. [3]

### **4.1.7 Diagram nasazení**

Diagram nasazení je fyzický model, umožňující detailní pohled na rozmístění komponentu v infrastruktuře systému. Detailně definuje vlastnosti sítě, specifikace serveru, hardwarové požadavky, případně další informace zabývající se rozmístěním komponent v návrhu systému. [3]

### **4.1.8 Časové diagramy**

Zachycují změny jednoho nebo více prvků, případně změny stavů v čase. Mohou se použít pro znázornění interakcí mezi časově rozdělenými událostmi a časem trvání omezení, které je řídí. [3]

### **4.1.9 Diagram komunikací**

Nazývá se také diagram spolupráce. Ukazuje podobnou informaci jako sekvenční diagram, ale je primárně zaměřen na vztahy mezi objekty. Zachycuje interakci mezi objekty v čase. Detailně popisuje vztahy a toky dat mezi jednotlivými objekty, čímž zvyšuje přehlednost. [3]

## 5. Procesní analýza KC

Chod KC je rozdělen do několika úseků:

1. Evidence.
2. Předodběrové vyšetření.
3. Předbox.
4. Odběr.
5. Poodběrové vyšetření.
6. Výroba.
7. Expedice.

### 5.1 Úsek Evidence

První úsek KC, který dárce navštíví, se nazývá evidence. Zde se evidují osobní údaje dárce. Je mu přiděleno evidenční číslo, pod kterým je na KC zaregistrován. Tato procedura probíhá pouze, pokud je dárce na tomto KC poprvé a ještě není registrován.

Pokud je dárce na tomto centru již registrován, prokáže se pouze svým evidenčním číslem, které je součástí jeho osobní průkazky. Po načtení čísla personál provede pouze verifikaci (ověření) údajů.

Dárce je při každé návštěvě přiděleno nové číslo odběru. Toto číslo se pomocí malých štítků lepí na zkumavky s krevními vzorky a krevní vaky. V praxi to znamená, že dárce má jedno evidenční číslo a může mít přiřazeno nekonečně mnoho čísel odběru.

Tento úsek také rozhoduje, jaký typ odběru se bude provádět (plná krev, aferetické odběry – plazma, trombocyty atd.) a co se bude s krevními vaky dále provádět.

Po úspěšné evidenci dárce pokračuje na předodběrové vyšetření.

### 5.2 Předodběrové vyšetření + lékař

Vyšetření se provádí v hematologické laboratoři. Zde se odebere vzorek krve dárce a vyšetří se krevní obraz na analyzátoru.

Dále se zjišťuje krevní skupina bez Rh faktoru u prvodárců nebo novodárců. Na sklíčka se nakapou protilátky, které působí proti jednotlivým krevním skupinám systému AB0 (A, B, AB, 0). Do protilátek se nakape krev dárce a pozoruje se reakce krve s protilátkou. Vzorky se štítkují.

Všechny zjištěné informace se zapisují do IS. Vzorky pokračují do spalovny. Dárce pokračuje na kontrolu do ordinace lékaře.

Lékař zhodnotí výsledky z předodběrového vyšetření a oznámí dárce, zda těmto testům vyhověl nebo ne. Pokud dárce nevyhověl, odchází. Pokud vyhověl, je zavolán podle pořadového čísla na předbox.

## 5.3 Předbox

Na předboxu jsou všechny vaky ze setu a segmenty setu označeny číslem odběru. Dále se do informačního systému, k danému odběrovému číslu, zapíše: typ setu, šarže a čísla segmentu. Dárce pokračuje na odběr.

Na předboxu pro aferetické odběry jsou opět označeny vaky a segmenty setu. Do IS se dále zapisují k danému odběru: typ setu, šarže setu, segmenty a šarže roztoků.

## 5.4 Odběr

Dárce se odebere plná krev (PK), trombocyty (TC) nebo aferetická plazma (AP), záleží na rozhodnutí úseku evidence a lékaře. PK se odebírá 10 min, TC se odebírají 60 – 80 min, AP se odebírá 45 – 60 min.

Aferetická plazma se odebere do jednoho velkého vaku, jehož objem jsou tři transfúzní jednotky (TU). Rozlišuje se AP pro klinické použití nebo AP pro zpracovatelské závody. Rozhodnutí, pro jaký účel se AP použije, závisí na úseku evidence nebo lékaři.

Plná krev se odebírá do trojvaku. Naplní se pouze jeden vak. Zbylé vaky jsou využity při výrobě.

Trombocyty se odebírají na aferetickém pracovišti do vaku, který pokračuje na třepačku, aby nedošlo ke shlukům v odběrovém vaku.

Odběr krve probíhá napíchnutím cévy dárce. Krev teče přímo do vaku nebo přes aferetický přístroj, jehož vývod je napojený na vak. Vak PK je umístěn na speciální váze. Až dojde k naplnění vaku do určité hmotnosti, odběr se zastaví. Na hadičkách vedoucí krev do vaku nebo do aferetického přístroje je vývod pro přiložení zkumavek, které pokračují na poodběrové vyšetření.

## 5.5 Poodběrové vyšetření

Poodběrové vyšetření probíhá v sérologické a virologické laboratoři. Do každé laboratoře putuje jedna zkumavka.

V sérologické laboratoři probíhá centrifugace (probíhá cca 10 min). Po centrifugaci se pomocí přístroje vzorek rozkape do neuzavřených kazet. Obsah kazet je podrobován testům v analyzátoru, jejichž výsledky jsou uloženy do IS. Z důvodu rozkapání do kazet je nemožné provést další analýzu vzorku. Všechny vzorky jsou po vyšetření přemístěny do spalovny.

Druhá zkumavka putuje do virologické laboratoře, kde se vloží do centrifugy. Po centrifugaci (cca 10 min) se pomocí krevního analyzátoru provede analýza krevního vzorku. Čeká se na příchod výsledku screeningového testu (test protilátek v krvi probíhající v sérologické laboratoři). Pokud je tento test negativní, zkumavka z virologie putuje do spalovny. Při pozitivním testu pokračuje zkumavka na speciální hematologii, kde jsou provedeny další testy na určení jednotlivých protilátek v krvi. Ze speciální hematologie pokračuje zkumavka do spalovny.

## 5.6 Výroba

Vaky s plnou krví a plazmou odebrané na odběrových sálech se dostanou na výrobu.

Vak s PK se uloží do „odpočivárny“ na ustálení (90 minut). Dále pokračuje na centrifugaci, aby se oddělila krevní plazma (KP) od erytrocytů (EBR). EBR se nachází ve spodní části vaku a KP se nachází v horní části vaku. Takto připravený vak se vloží do krevního lisu. K vaku jsou připevněny dva další vaky (trojvak). Po stlačení vaku s plnou krví se přelije EBR do jednoho vaku a KP do druhého. Zbylé krvi v hlavním vaku se říká buffy coat, což je odpad, případně se z něj mohou oddělit trombocyty. KP se musí do čtyř hodin od odběru zmrazit v shock freezru při teplotě  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Plazma se skladuje při teplotě  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Plazma z aferézy (tři transfúzní jednotky (TU)). Pokud je plazma určena pro zpracovatele, nejprve se zváží a následuje shock freez (šokové zmrazení) na při teplotě  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro klinické použití se rozděluje do třech vaků s 1TU a šokově se zmrazí při teplotě  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  a je uchovávána při  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Šokové zmrazení AP musí proběhnout do čtyř hodin po odběru.

Krevní vaky s objemem 3TU se mrazí 60 minut a krevní vaky s objemem 1TU se mrazí 45 minut.

Propuštění transfúzních přípravků je možno provést až po všech základních vyšetřeních a po označení přípravku hlavním štítkem. Plazma pro klinické použití je uložena minimálně šest měsíců v karanténě. Z karantény může být propuštěná dalším odběrem daného dárce, pokud jsou všechny infekční markery (virologie) negativní. Po propuštění z karantény je plazma přijata na expedici. Pokud je některý z infekčních markerů reaktivní, pokračuje transfúzní přípravek do spalovny. Plazmy, které nejsou určeny pro klinické použití, jsou dodávány do zpracovatelských závodů, kde se z nich vyrábějí deriváty (např. léčiva). Krevní plazmu pro klinické použití je možné podat pacientovi do tří let od odběru. Exspirace EBR je šest týdnů.

Vaky s KP putují při nevyhovění poodběrovému vyšetření do spalovny. Pokud tomuto vyšetření vyhoví, jdou buď do zpracovatelských závodů, nebo do karantény. O tomto rozdělení rozhoduje úsek evidence. Stejně jako AP pro klinické použití se i KP skladuje v karanténě po dobu šesti měsíců až třech let. Čeká se na výsledky nového vyšetření. Infekční markery jsou pozitivní, vak putuje do spalovny. Jsou negativní, vak pokračuje na expedici a na klinické použití.

Pokud EBR nebo trombocyty vyhověly poodběrovému vyšetření, jsou poslány na expedici pro klinické použití. Při nevyhovění jsou poslány do spalovny.

## 5.7 Expedice

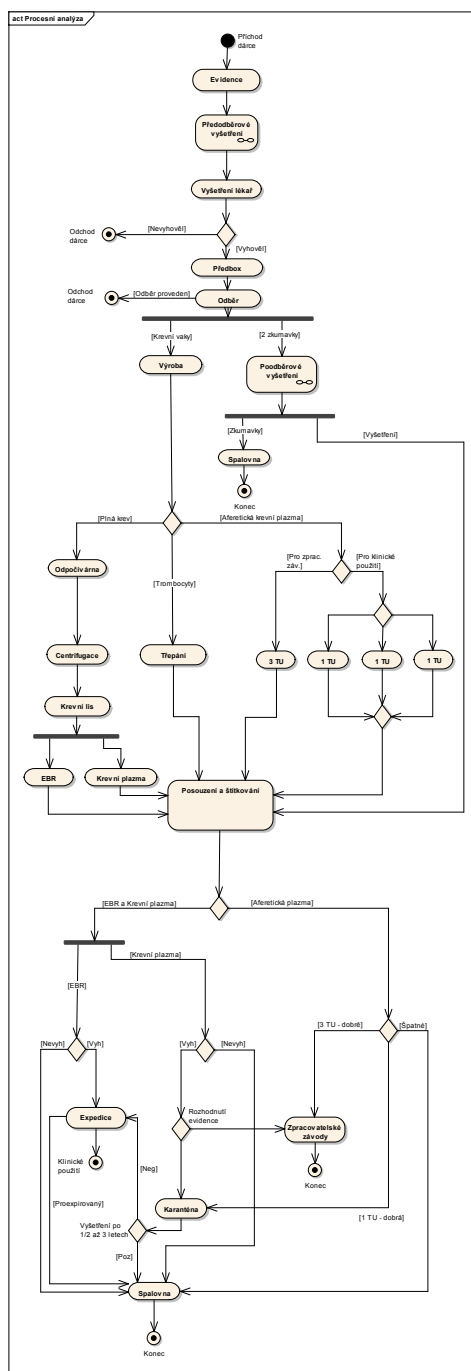
V tomto úseku KC se přijímají krevní vaky, uskladňují se a připravují se pro klinické použití. Po přijetí krve z výroby se vaky s EBR uskladňují v chladicím boxu při  $+2$  až  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$  a plazma pro klinické použití je skladována při  $-25$  až  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Při rozmrazování plazmy se používají teploty  $+37\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu 25 minut.

Krevní vaky se vydávají na objednávku z různých oddělení. Plazma se vydává buď podle krevních skupin, nebo jako univerzální plazma (AB-). Před vydáváním EBR se provádí křížová

zkouška pomocí krve pacienta, a poté je možno EBR vydat. V případě vitální indikace se podává univerzální EBR (0-).

Pokud dojde k vypršení expirace (plazma 3 roky, EBR 6 týdnů), transfúzní přípravky pokračují do spalovny.

## 5.8 Graficky vyjádřená procesní analýza KC



Obr. č. 9: Schéma procesní analýzy KC (viditelné schéma v příloze (Příloha č. 1)).



## **6. Procesní analýza laboratoří předodběrového a poodběrového úseku KC.**

### **6.1 Předodběrové vyšetření**

Předodběrové vyšetření probíhá v hematologické laboratoři. Proveďte se odběr vzorku krve dárce do zkumavky. Vzorek se štítkuje pomocí malého štítku s kódem daného odběru a vloží se do hematologického analyzátoru.

Analyzátor je plně automatizovaný. Po vložení jednoho nebo více vzorků do zásobníku jsou vzorky pásově posouvány do přístroje, který si zkumavky automaticky natočí čárovým kódem ke čtečce čárových kódů, dojde k přečtení a uložení kódu do databáze. Analyzátor dále nabere jehlou ze zkumavky vzorek krve a provede vyšetření krevního obrazu. Tato série různých vyšetření krevních elementů se uloží do databáze k danému číslu odběru.

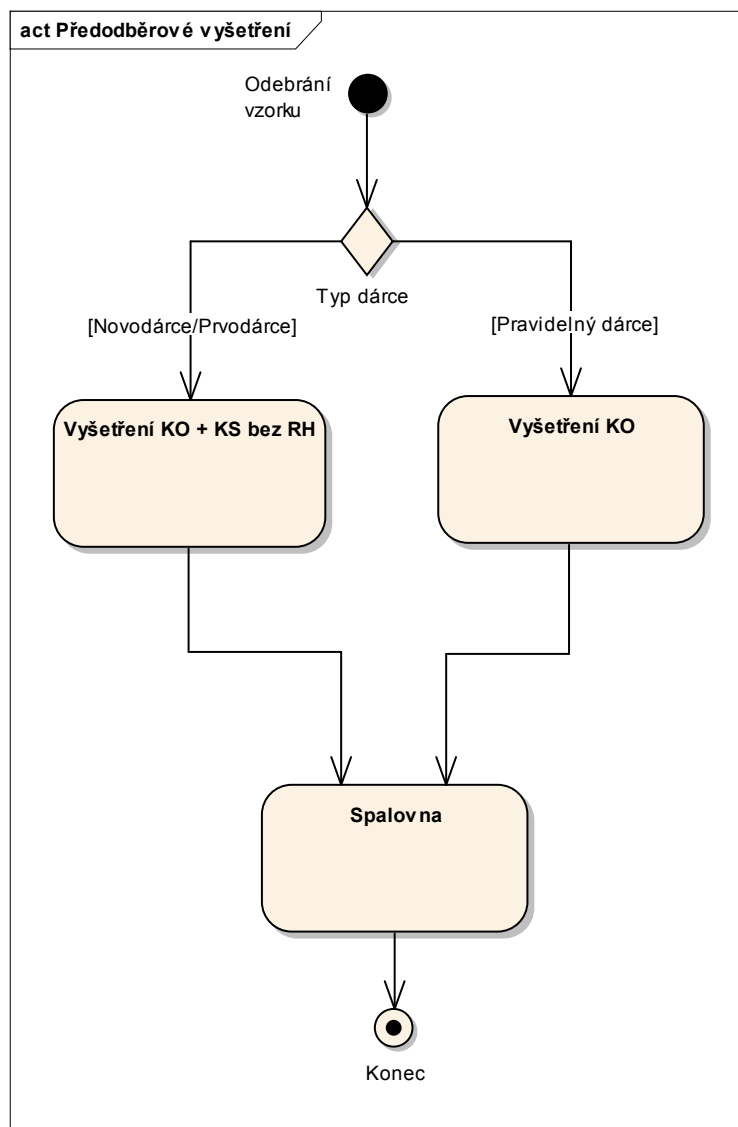
Pokud se jedná o prvodárce (člověk darující krev poprvé) nebo novodárce (člověk, který již krev daroval, ale na jiném krevním centru), provádí se dodatečně předodběrové vyšetření krevní skupiny (KS) bez RH faktoru.

Vyšetření KS se provádí na sklíčku. Personál na sklíčko nakape sérum anti-A a anti-B. Dále přidá do jednotlivých sér krev z krevního vzorku a pozoruje reakci protilátky s krví dárce. Pokud dojde ke sražení krve dárce pouze s protilátkou anti-A, je dárce krev typu B. Při sražení krve s anti-B, je krev dárce typu A. V situaci, kdy nedojde k srážlivé reakci ani s jednou protilátkou, je krev dárce skupiny AB. Při sražení krve s oběma protilátkami se jedná o skupinu 0.

Výsledek testu se zapisuje do sešitu a slouží pro kontrolu výsledku testu KS s výsledkem sérologického vyšetření. Probíhá tedy vyšetření KS ze dvou na sobě nezávislých vzorků.

Dárce pokračuje na lékařské vyšetření.

### 6.1.1 Graficky vyjádřená procesní analýza předodběrové vyšetření



Obr. č. 10: Procesní analýza předodběrové vyšetření

## 6.2 Vyšetření lékařem

Lékař zhodnotí výsledky úseku předodběrového vyšetření a rozhodne, zda jsou hodnoty jednotlivých vyšetření a záznamy z úseku evidence správné. Pokud některý údaj, ať už z vyšetření nebo z evidence, nesplňuje požadavky umožňující darování krve, dárce odchází a nemůže darovat krev. Za předpokladu, že dárce vyhověl požadavkům, pokračuje na odběr plné krve nebo plazmy.

## 6.3 Odběr

Odběr krve probíhá na odběrových sálech. Zde je dárce volán podle pořadového čísla a je mu odebrána krevní plazma nebo plná krev do krevního vaku, označeného malým štítkem s čárovým kódem daného odběru (štítkování probíhá v předboxu).

## 6.4 Poodběrové vyšetření

Vyšetření probíhá ve dvou laboratořích: sérologické a virologické. Do každé laboratoře pokračuje jedna zkumavka.

### 6.4.1 Sérologická laboratoř

Po příchodu zkumavky do sérologické laboratoře je zkumavka vložena do centrifugy na 10 minut. Z centrifugy se přemístí zkumavka do sérologického analyzátoru.

Analyzátor nejprve rozkape krevní vzorek ze zkumavky do neuzavřených kazet. Na kazety je umístěn štítek se stejným číslem, jaké je na zkumavce. Analyzátor následně provede vyšetření.

Vyšetřuje se fenotyp, krevní skupina s RH faktorem a screeningový test.

- **Krevní skupina (KS)** – vyšetření typu krevní skupiny podle systému ABO a přítomnosti nebo nepřítomnosti RH faktoru.
- **Fenotyp** – přítomnost antigenů C, c, E, e, K, k.
- **Screeningový test (SCR)** – je test přítomnosti protilátek v krvi, zda jsou přítomny nebo nejsou, ale nespecifikuje přesně typ protilátek.

Krevní vzorky ze sérologické laboratoře pokračují do spalovny. Výsledky vyšetření jsou uloženy do IS. Výsledek SCR je poslán do virologické laboratoře.

### 6.4.2 Virologická laboratoř

Zkumavka dorazí na virologii a je vložena do centrifugy na 10 minut. Dále je vložena do virologického analyzátoru, který automaticky přečte daný čárový kód, jímž je zkumavka označena, a provede virologické vyšetření. Vyšetření se skládá ze čtyř testů (infekční markery):

- HBsAg: žloutenka typu B.
- ANTI – HCV: žloutenka typu C.
- Syfilis.
- HIV Ag/Ab – vyšetření HIV.

Výsledky vyšetření jsou vloženy do IS ke kódu vyšetření sejmutého čtečkou ze štítku umístěného na zkumavce.

Příchod výsledků SCR ze sérologické laboratoře rozhoduje, co se stane se zkumavkou. Pokud je SCR pozitivní (prokázala se přítomnost protilátek ve vzorku), zkumavka pokračuje do speciální imunohematologické laboratoře. Při SCR negativním není nutné další vyšetření a zkumavka putuje do spalovny.

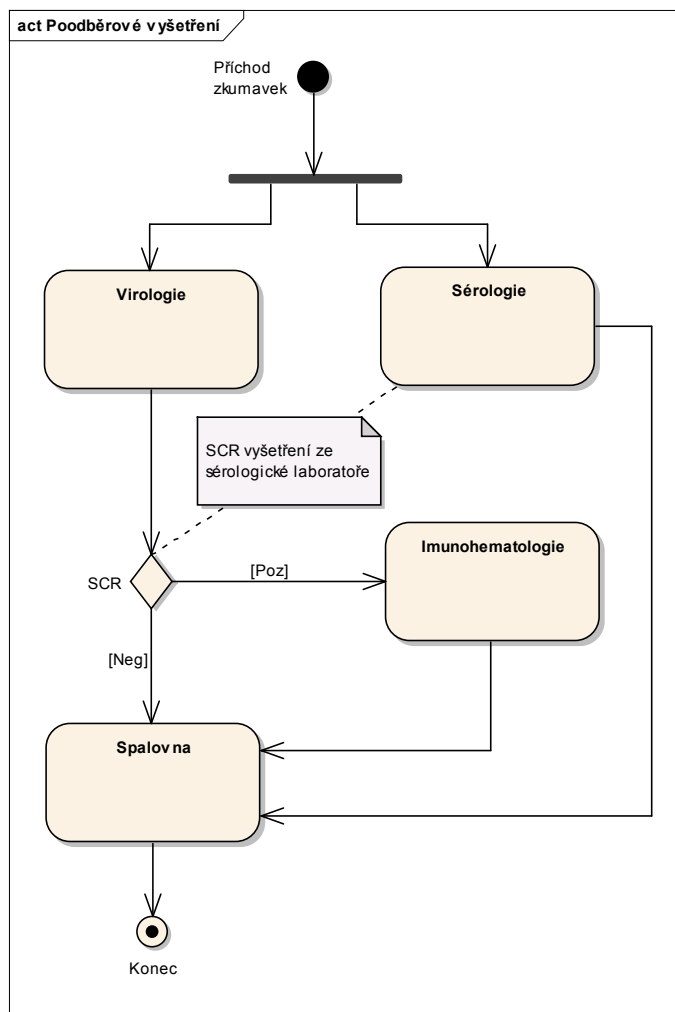
### 6.4.3 Speciální imunohematologie

Výsledek SCR byl pozitivní, je tedy nutno určit jednotlivé typy protilátek v krvi. Toto vyšetření se provádí v laboratoři speciální imunohematologie.

Test se provádí manuálně pomocí metody sloupcové aglutinace. Tato metoda je založena na reakci erytrocytů s různými antigeny. Antigeny jsou připraveny ve zkumavkách umístěných v řadě na stojanu. Do každé zkumavky naplněné antigenem se přidá kapka ze zkumavky krevního vzorku dárce. Reakce probíhá v inkubátoru při 37 °C cca 15 minut. Stojan se zkumavkami se také vkládá na 10 minut do centrifugy, aby došlo k urychlení reakce. Přítomnost protilátky indikuje poloha kapky dárce krve ve zkumavce. Pokud krev prošla na dno zkumavky, tento typ protilátky není v krvi přítomen. Pokud dojde k reakci a antigen se naváže, je krev v horní části zkumavky, což znamená, přítomnost protilátky v krvi.

Výsledky testu se ručně zapíší do IS k danému kódu odběru. Vzorky pokračují do spalovny.

### 6.4.4 Graficky vyjádřená procesní analýza poodběrového vyšetření



Obr. č. 11: Procesní analýza poodběrového vyšetření.

## 6.5 Řešení RFID technologie v laboratořích krevního centra

Jedná se o nahrazení technologie čárových kódů, která je dnes v laboratořích krevního centra používána, technologií RFID. RFID technologie by měla ulehčit a zefektivnit chod KC. V období zavedení RFID budou k čárovým kódům na malých a velkých štítcích přidány RFID čipy. Tudiž pokud nebude některý z analyzátorů, případně jiný přístroj, uzpůsoben k čtení RFID, bude moci použit čárový kód k záznamu vyšetření. Až budou všechny přístroje na KC přizpůsobeny ke čtení RFID, odstraní se ze štítků čárový kód a bude se používat pouze RFID čip.

Ke čtení RFID kódu budou sloužit stacionární čtečky a RFID brány.

RFID brány budou umístěny před jednotlivými laboratořemi (hematologická, virologická, sérologická, imunohepatologická) a spalovnou. Brány budou pořizovat časový záznam průchodu zkumavek a ukládat jej do databáze. Budou zajišťovat kontrolu nad pohybem zkumavek po laboratořích a ověřování, zda všechny zkumavky došly do spalovny.

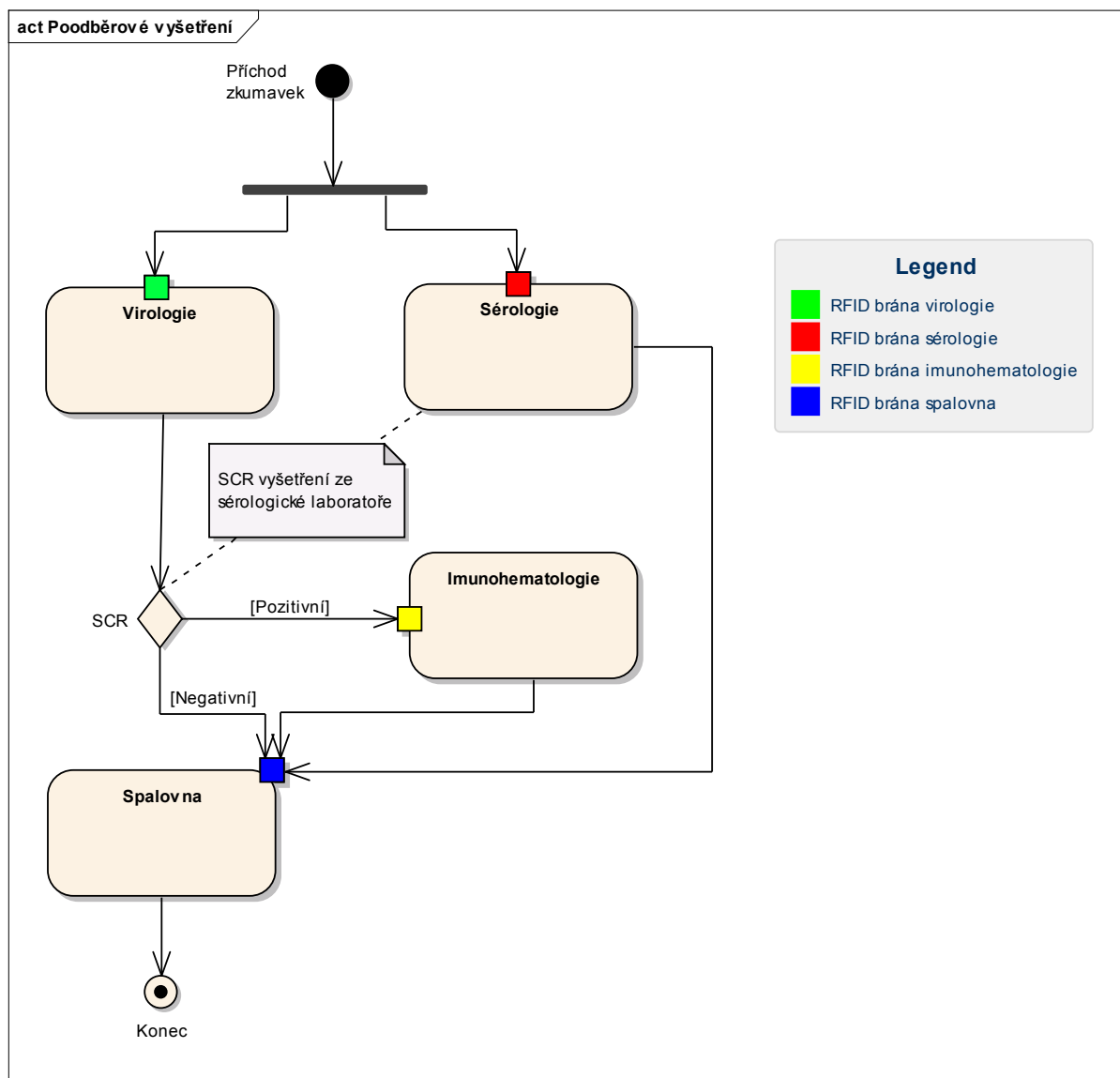
Stacionární čtečky budou umístěny v jednotlivých laboratořích, aby umožnily personálu načíst informace o vyšetření a jeho případnou kontrolu. V případě laboratoře imunohepatologie umožní načíst kód vyšetření a personál může vložit vyšetření do IS. Dále budou umístěny v analyzátořech, kde zajistí načtení RFID kódu, k němuž se uloží následné vyšetření provedené analyzátořem.

### 6.5.1 Přehled rozmístění a funkce čteček

Tabulka 4: Přehled RFID čteček.

Pořadí	Typ RFID čtečky	Umístění	Funkce
1	Stacionární	Analyzátor na hematologii	Čtení a vyhledání RFID kódu v databázi
2	Stacionární	Analyzátor na virologii	Čtení a vyhledání RFID kódu v databázi
3	Stacionární	Analyzátor na sérologii	Čtení a vyhledání RFID kódu v databázi
4	Stacionární	Laboratoř hematologie	Umožnění načtení RFID kódu personálem
5	Stacionární	Laboratoř virologie	Umožnění načtení RFID kódu personálem
6	Stacionární	Laboratoř sérologie	Umožnění načtení RFID kódu personálem
7	Stacionární	Laboratoř imunohepatologie	Umožnění načtení RFID kódu personálem
8	Brána	Před laboratoří virologie	Zjištění polohy zkumavky a ověření průchodu
9	Brána	Před laboratoří sérologie	Zjištění polohy zkumavky a ověření průchodu
10	Brána	Před laboratoří imunohepatologie	Zjištění polohy zkumavky a ověření průchodu
11	Brána	Před spalovnou	Zjištění polohy zkumavky a ověření průchodu

## 6.5.2 Grafické znázornění rozmístění RFID bran



Obr. č. 12: Schéma rozmístění RFID bran.

## 7. Datová analýza KC FN Ostrava

IS je rozdělen do tříd, které sbírají jednotlivá data (třídy hematologie, virologie sérologie a imunohematologie). Dále obsahuje meziúložiště a databázi.

### 7.1 Sběrné třídy

Tyto třídy slouží ke sběru dat z jednotlivých laboratoří. Jsou pouze jednorázové => do proměnných se dají data vložit pouze z jednoho vyšetření, až po vymazání dat z proměnných lze tyto proměnné znovu naplnit daty.

#### 7.1.1 Třída hematologie

Je ze všech tří sběrných tříd nejobsáhlejší. Obsahuje deset proměnných, které charakterizují jednotlivá vyšetření krevního obrazu. Proměnné mají určitý interval omezující rozsah. Hodnota se musí vejít mezi referenční meze určené pro vyšetření. Pokud tato situace nenastane, vyšetřující lékař bude upozorněn zvýrazněním tohoto typu vyšetření na zobrazovací technice.

Dále obsahuje proměnou RFID kód, která jasně definuje, ke kterému vzorku hodnoty ostatních proměnných patří. Pro tuto proměnná je vytvořen speciální datový typ struct, jedná se o strukturu čtyř skupin znaků (string).

Pokud by došlo k nekompletní informaci, což znamená nenaplnění některé z jedenácti proměnných nebo se do proměnné zapíše špatná hodnota, systém nahlásí chybu a data neodešle.

Všechny proměnné jsou typu public (jsou „veřejná“ a může je vidět i jiná funkce).

#### 7.1.2 Třída virologie

Obsahuje čtyři proměnné datového typu string (jedná se tedy o řetězec znaků). Tyto proměnné charakterizují čtyři vyšetření. Hodnota proměnných se naplňuje zkratkou NEG – negativní a POZ - pozitivní.

Dále obsahuje proměnou RFID kód, která je datového typu struct. Tato proměnná je pro určení vzorku, ke kterému patří ostatní proměnné.

Stejně jako u sběrné třídy Hematologie, pokud nedojde k naplnění všech proměnných nebo dojde k naplnění některé proměnné špatnou hodnotou, tak se hodnoty neodešlou a program nahlásí chybu.

Všechny proměnné jsou typu public (jsou „veřejná“ a může je vidět i jiná funkce).

#### 7.1.3 Třída sérologie

Obsahuje tři proměnné datového typu string. Tyto proměnné charakterizují tři vyšetření. Čtvrtá proměnná je datového typu struct a jedná se o proměnnou RFID kód, která určuje, ke kterému vzorku jsou ostatní proměnné přiřazeny.

Opět jako u tříd hematologie a virologie, se i ve třídě sérologie musí všechny proměnné naplnit správnou hodnotou. Pokud k naplnění správnou hodnotou nedojde, data se neodešlou.

Všechny proměnné jsou typu public (jsou „veřejná“ a může je vidět i jiná funkce).

#### **7.1.4 Třída imunohematologie**

Třída hematologie se od ostatních sběrných tříd liší způsobem vložení dat do třídy. U ostatních sběrných tříd jsou data vkládány do proměnných automaticky analyzátory. U sběrné třídy imunohematologie jsou data vkládána personálem.

Obsahuje dvě proměnné. RFID kód (datový typ struct), který slouží pro přiřazení vyšetření ke správnému vzorku, a proměnnou protilátky (datový typ string), proměnná se naplňuje zkratkami POZ – pozitivní nebo NEG - negativní. Obě proměnné jsou typu public (jsou „veřejná“ a může je vidět i jiná funkce).

Proměnné se musí naplnit správnou hodnotou. V opačném případě systém nahlásí chybu.

#### **7.1.5 Metody sběrných tříd**

Pro práci s proměnnými jsou navrženy metody, které zajišťují vkládání dat vytvořených analyzátory, případně zapsaných personálem, a jejich následné smazání, po ověření naplnění a odeslání dat. Pokud bude obsah proměnné mimo datový typ, systém varuje personál před touto situací. Za předpokladu, že není obsah proměnné ve správném rozsahu a tudíž není vyšetření úspěšné, zvýrazní se daná proměnná na zobrazovacím zařízení a pomůže personálu tuto skutečnost odhalit.

Funkce ve třídách pracují nezávisle na funkcích jiné třídy. Pokud nedojde k odeslání dat z jedné třídy (například z třídy Hematologie), tak tato situace neovlivní odesílání dat druhé třídy (například třídy Sérologie).

### **7.2 Meziúložiště**

Tato třída slouží k sesbírání dat z jednotlivých sběrných tříd. Jako proměnné sběrných tříd, jsou i v této třídě proměnné jednorázové. Slouží pouze k uchování jednoho vyšetření, až po vymazání dat je možno znovu do těchto proměnných uložit další vyšetření.

Obsahuje proměnné všech sběrných tříd. Tyto proměnné jsou typu private (soukromé – vidí je funkce pouze této třídy). Proměnná RFID kód slouží ke sdružení jednotlivých bloků proměnných, které se potom po těchto blocích odesílají do hlavní databáze.

Jednotlivé bloky proměnných jsou rozděleny podle sběrných tříd. Tedy deset proměnných z třídy Hematologie, čtyři proměnné z třídy Virologie, tři proměnné z třídy Sérologie a jedna proměnná z třídy Imunohematologie. Odeslání bloku nenastane, pokud nejsou všechny proměnné v bloku naplněny.

Jednotlivé bloky jsou identifikovány proměnnou RFID kód. Tato proměnná se naplní z jedné sběrné třídy společně s dalšími proměnnými té samé sběrné třídy. Například při přijímání dat ze třídy Virologie se v meziúložišti naplní pět proměnných. Teprve po naplnění jednoho celého bloku se data odešlou do databáze.



Protože meziúložiště může najednou uložit pouze jeden RFID kód, musí být přijímání dat z jednotlivých sběrných tříd postupné. Z tohoto také vyplývá, že třída meziúložiště se nikdy nenaplní celá.

Tato třída také obsahuje metody pro sběr dat z jednotlivých sběrných tříd, jejich mazání a ověřování. Po ověření správného naplnění proměnných jsou data odesílána metodou do databáze. Tyto metody jsou typu private.

### 7.3 Databáze

Tato statická třída je úložiště dat ze všech vyšetření. Je rozdělená do dvou tabulek, které jsou propojeny primárním klíčem evidenčním číslem.

První tabulka (Vyšetření) obsahuje osobní údaje o dárci. Tyto údaje se zapíše při evidenci karty dárce. Pokud je tato karta pomocí evidenčního čísla dárce načtená, karta se vyhledá v databázi a společně s daty různých vyšetření krve daného dárce se zobrazí na zobrazovacím zařízení uživatele (personálu). Jednotlivá vyšetření jsou přiřazena k evidenčnímu číslu.

Druhá tabulka (Dárce) obsahuje vyšetření krve dárců, identifikovaných RFID kódem. Tyto údaje jsou vkládány z meziúložiště po jednotlivých blocích. Tedy tato tabulka má atributy identické s proměnnými meziúložiště.

Pokud dojde k vkládání nových údajů, nejprve se prohledá atribut RFID kód, kvůli identické hodnotě. Pokud se najde identická hodnota RFID kódu, tak se do entity (řádek v tabulce) vloží data z meziúložiště, případně se přepíše již uložené, pokud jsou špatná (k tomuto musí dát svolení personál KC). Pokud ke shodě nedojde, vloží se do tabulky nová entita a údaje se vloží do ní.

Pokud by náhodou došlo k situaci, že by bylo uloženo vyšetření dárce, který nemá v databázi osobní údaje, program upozorní na tuto skutečnost personál, který toto bude řešit doplněním údajů, případně opakováním vyšetření.

### 7.4 Grafické znázornění IS



Obr. č. 13: Grafické znázornění IS krevního centra FN Ostrava. (Viditelné schéma je v příloze (Příloha č. 2))

## 7.5 Seznam proměnných IS

**Tabulka 5: Seznam použitých proměnných.**

Sběrná třída	Proměnná	Celý název	Jednotka	Datový typ	Rozsah	
Hematologie	CML	Celkové množství leukocytů	$\times 10^9 /l$	float	3,5	10
	DRL	Diferenciální rozpočet leukocytů	%	double	-	-
	CME	Celkové množství erytrocytů	$\times 10^{12} /l$	float	4,2	5,8
	HGB	Hmotnost hemoglobin	g/l	int	135	180
	HCT	hematokrit	%	float	0,4	0,52
	CPT	Celkový počet trombocytů	$\times 10^9 /l$	int	150	400
	SOE	Střední objem erytrocytu	fl	float	78	95
	PHHE	Průměrná hmotnost hemoglobinu v erytrocytu	pg	float	27	31
	PKHE	Průměrná koncentrace hemoglobinu v erytrocytech	g/l	int	320	360
	DSE	Distribuční šíře erytrocytů	%	double	-	-
Virologie	Syfilis	Syfilis	-	string	-	-
	HBsAgQ2	HBsAgQ2	-	string	-	-
	ANTI – HCV	ANTI – HCV	-	string	-	-
	HIV	HIV Ag / Ab	-	string	-	-
Sérologie	Fenotyp	Fenotyp	-	string	-	-
	KS	Krevní skupina	-	string	-	-
	SCR	Screening	-	string	-	-
Imunohematologie	Protilátky	Protilátky	-	string	-	-
Všechny	RFID kód	RFID kód	-	struct	-	-

## 7.6 Seznam metod a jejich funkce

**Tabulka 6: Seznam metod.**

Třída	Pořadí	Název	Funkce
Sběrné	1	Ověření naplnění	Ověřuje, zda jsou proměnné naplněné hodnotou
	2	Ověření rozsahu	Ověřuje u sběrné třídy hematologie, zda jsou dodrženy rozsahy hodnot v proměnných
	3	Ověření správnosti	Ověřuje, zda jsou dodrženy nastavené datové typy
	4	Smazání dat	Smaže data ve třídách
	5	Vložení z analyzátoru	Vloží data vyšetření z analyzátoru
		Vložení dat personálem	Vloží data vyšetření zapsané analyzátoru
Meziúložiště	6	Ověření hodnot	Ověřuje správný datový typ proměnných třídy meziúložiště
	7	Smazání hodnot hematologie	Smaže hodnoty v proměnných získaných ze sběrné třídy hematologie
	8	Smazání hodnot sérologie	Smaže hodnoty v proměnných získaných ze sběrné třídy sérologie
	9	Smazání hodnot imunohematologie	Smaže hodnoty v proměnných získaných ze sběrné třídy imunohematologie
	10	Smazání hodnot virologie	Smaže hodnoty v proměnných získaných ze sběrné třídy virologie
	11	Smazání všech hodnot	Smaže hodnoty v proměnných třídy meziúložiště
	12	Vložení do databáze	Vloží data z proměnných třídy meziúložiště do databáze
	13	Vložení hodnot hematologie	Vloží hodnoty proměnných sběrné třídy hematologie do proměnných třídy meziúložiště
	14	Vložení hodnot sérologie	Vloží hodnoty proměnných sběrné třídy sérologie do proměnných třídy meziúložiště
	15	Vložení hodnot virologie	Vloží hodnoty proměnných sběrné třídy virologie do proměnných třídy meziúložiště
	16	Vložení hodnot imunohematologie	Vloží hodnoty proměnných sběrné třídy imunohematologie do proměnných třídy meziúložiště

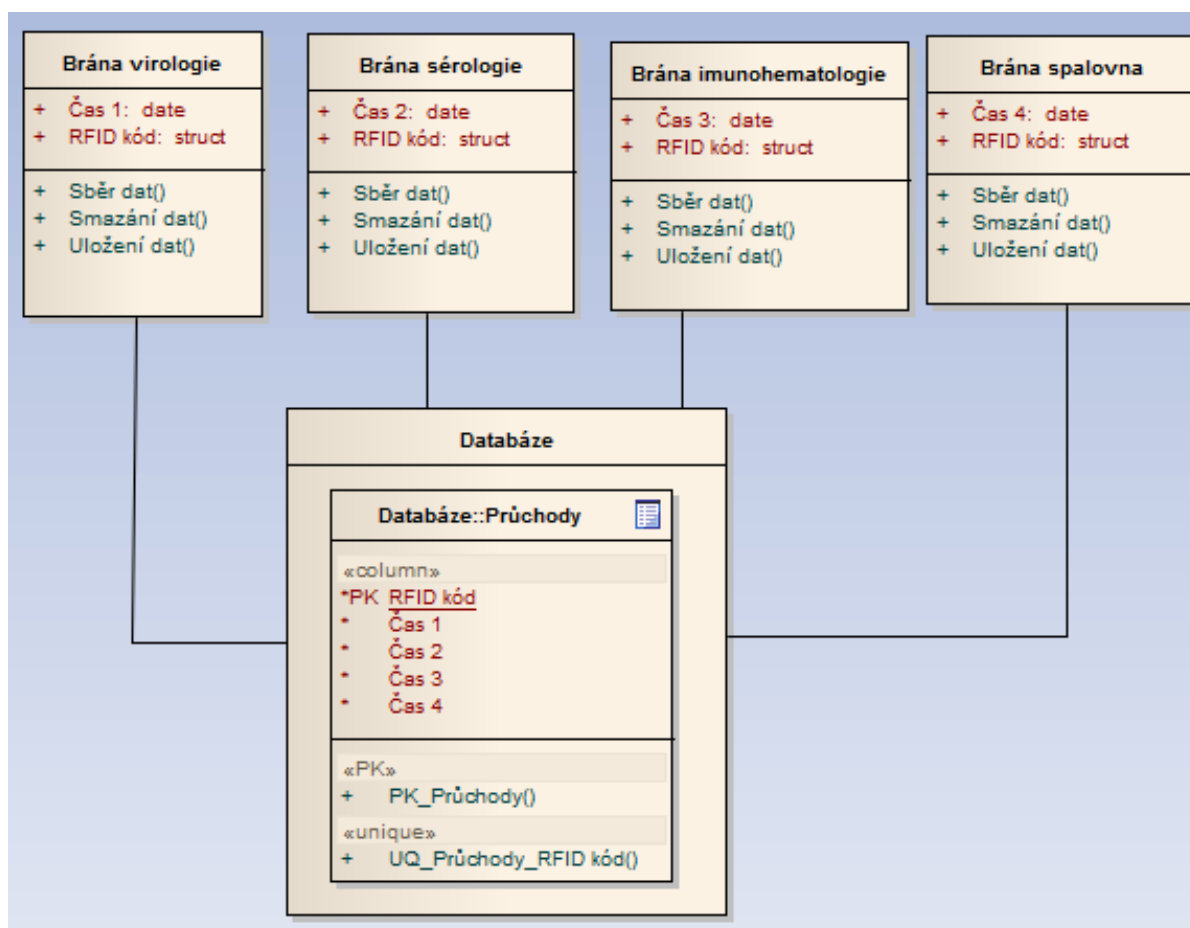
## 8. IS pro záznam průchodu bránami

Pro ověření, že krevní vzorek prošel všemi bránami je vytvořen speciální systém tříd. Pro každou ze čtyř RFID bran je vytvořena speciální třída, která zaznamenává RFID kód dané zkumavky a čas, kdy zkumavka prošla určitou bránou.

Každá třída má svůj čas, který se ukládá do tabulky v databázi. Proměnné těchto časů jsou označeny Čas 1, Čas 2, Čas 3 a Čas 4. Jsou formátu date, zaznamenává se tedy den, měsíc a rok. V tabulce nejsou tyto čtyři atributy atomické. Což nevadí, protože nemůže dojít k záměně. Čas je generovaný programem, nedochází tedy k jeho manuálnímu zadávání, kde by se mohl zaměnit formát atributu. Každá nová proměnná RFID kód přidá do tabulky jednu entitu (řádek). K této entitě se přiřadí do atributů časy průchodu. Při načtení RFID kódu se ukáže na zobrazovacím zařízení záznam z tabulky, o pohybu určité zkumavky.

Tento IS pomáhá personálu, případně kontrole najít záznam o krevním vzorku (kde se v tuto dobu nachází nebo zda již došla do spalovny).

### 8.1 Grafické znázornění IS pro kontrolu průchodu bránami



Obr. č. 14: IS RFID kontroly pohybu krevního vzorku.

## 8.2 Seznam proměnných

**Tabulka 7: Seznam proměnných průchodu.**

Třída	Název	datový typ
Brána virologie	Čas 1	date
Brána sérologie	Čas 2	date
Brána imunohematologie	Čas 3	date
Brána spalovna	Čas 4	date
Všechny	RFID kód	struct

## 8.3 Seznam metod

**Tabulka 8: Seznam metod průchodu.**

Třída	Název	Funkce
Brána virologie	Sběr dat	Ukládá data detekována RFID bránou před virologií do proměnných
	Smazání dat	Smaže data z proměnných třídy Brána virologie po jejich odeslání do databáze
	Uložení dat	Uloží data z proměnných třídy Brána virologie do databáze
Brána sérologie	Sběr dat	Ukládá data detekována RFID bránou před sérologií do proměnných
	Smazání dat	Smaže data z proměnných třídy Brána sérologie po jejich odeslání do databáze
	Uložení dat	Uloží data z proměnných třídy Brána sérologie do databáze
Brána imunohematologie	Sběr dat	Ukládá data detekována RFID bránou před imunohematologií do proměnných
	Smazání dat	Smaže data z proměnných třídy Brána imunohematologie po jejich odeslání do databáze
	Uložení dat	Uloží data z proměnných třídy Brána imunohematologie do databáze
Brána spalovna	Sběr dat	Ukládá data detekována RFID bránou před spalovnou do proměnných
	Smazání dat	Smaže data z proměnných třídy Brána spalovna po jejich odeslání do databáze
	Uložení dat	Uloží data z proměnných třídy Brána spalovna do databáze

## 9. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit podklady pro návrh nového IS a začlenění RFID technologií do chodu laboratoří krevního centra FN Ostrava. Pro dosažení tohoto cíle bylo nutné nejprve analyzovat současný chod laboratoří krevního centra.

Prvotní analýza probíhala převážně zjišťováním a grafickým znázorňováním chodu krevního centra. Pro grafické znázornění byl použit software Enterprise Architect, nástroj pro tvorbu UML diagramů. Procesní analýza laboratoří byla poměrně komplikovaná, proto byl použit Enterprise Architect. UML diagramy zpřehlednily výsledky analýzy a graficky znázornily IS. Grafické vykreslení současného stavu průchodu zkumavky s krevním vzorkem bylo provedeno pomocí diagramu aktivit. Diagram aktivit byl použit také pro zobrazení začlenění RFID technologie do chodu laboratoří krevního centra. V tomto diagramu je znázorněno rozmístění RFID bran mezi laboratořemi krevního centra.

Druhá část práce se zabývala problémem vytvoření podkladů pro návrh informačního systému pro sběr a ukládání dat analýzy krevního vzorku. K znázornění a zajištění přehlednosti návrhu byly použity diagramy tříd, v nichž je znázorněn tok dat z laboratoří do databáze. Také jsou tam uvedeny metody posílání dat do databáze.

## Seznam literatury

- [1] JIRÁK, Zdeněk et al. *Fyziologie: pro bakalářské studium na LF OU*. dotisk druhého přepracovaného vydání. Ostrava: Ostravská univerzita, 2010, 250 s. ISBN 978-80-7368-234-7
- [2] ČERNOHORSKÁ, Vendula. *Použití technologie RFID v provozu transfúzní stanice FN Ostrava*. Ostrava, 2011. Diplomová práce. VŠB- Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jindřich Černohorský, CSc.
- [3] ČERNOHORSKÝ, Jindřich a Ondřej KREJCAR. *Systémy řízení a monitorován*. 1.vyd. Ostrava:VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. 56 s. ISBN 978-80-248-1612-8.
- [4] Lab Tests Online [online]. 2009 [cit. 2012-12-27]. Krevní obraz. Dostupné z WWW: <<http://www.labtestsonline.cz/tests/cbc.html?tab=3>>
- [5] Kodys [online]. [cit. 2012-12-29]. EMS Cobalt C-Series. Dostupné z WWW: <<http://www.kodys.cz/produkty/ctecky-rfid/stacionarni-ctecky/ems-cobalt-c-series.html>>
- [6] Combitrading [online]. 2010 [cit. 2012-12-29]. Motorola MC3190-Z s RFID čtečkou. Dostupné z WWW: <<http://www.combitrading.cz/aktuality/motorola-mc3190-z-s-rfid-ctečkou.html>>
- [7] Eprin [online]. [cit. 2012-12-29]. RFID expediční brána. Dostupné z WWW: <<http://www.eprin.cz/reseni/pripadove-studie/odvetvi-automotive/rfid-expedicni-brana>>
- [8] Kodys [online]. [cit. 2012-12-29]. Zebra RZ400 / RZ600 Plus. Dostupné z WWW: <<http://www.kodys.cz/produkty/tiskarny-etiket-a-tiskove-moduly/rfid-tiskarny/zebra-rz400---rz600-plus-.html>>
- [9] Krevní skupiny [online].2009[cit. 2013-4-3]. Krevní skupiny. Dostupné z WWW: <<http://www.krevniskupiny.cz/krevni-skupiny/>>
- [10] Krevní skupiny [online].2009[cit. 2013-4-3]. Rh faktor. Dostupné z WWW: <<http://www.krevniskupiny.cz/rh-faktor/>>
- [11] <<http://orca.xf.cz/ooms/010/010m.htm>>
- [12] Velký lékařský slovník [online].2008[cit. 2013-4-3]. Rh factor. Dostupné z WWW: <<http://lekarske.slovniky.cz/pojem/rh-faktor> >
- [13] Příklady použití diagramů UML [online].2009[cit. 2013-4-8]. Dostupné z WWW: <<http://uml.czweb.org/>>
- [14] Základy RFID technologií [online]. [cit.2013-4-8]. Dostupné z WWW: <[http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID\\_pro\\_Logistickou\\_akademii.pdf](http://rfid.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/rfid/cs/okruhy/informace/RFID_pro_Logistickou_akademii.pdf) >

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1: Procesní analýza KC – Diagram aktivit.

Příloha č. 2: Datová analýza laboratoří KC – Diagram tříd.

Příloha č. 3: Procesní analýza laboratoří předodběrového úseku KC – Diagram aktivit.

Příloha č. 4: Procesní analýza poodběrového úseku KC – Diagram aktivit.

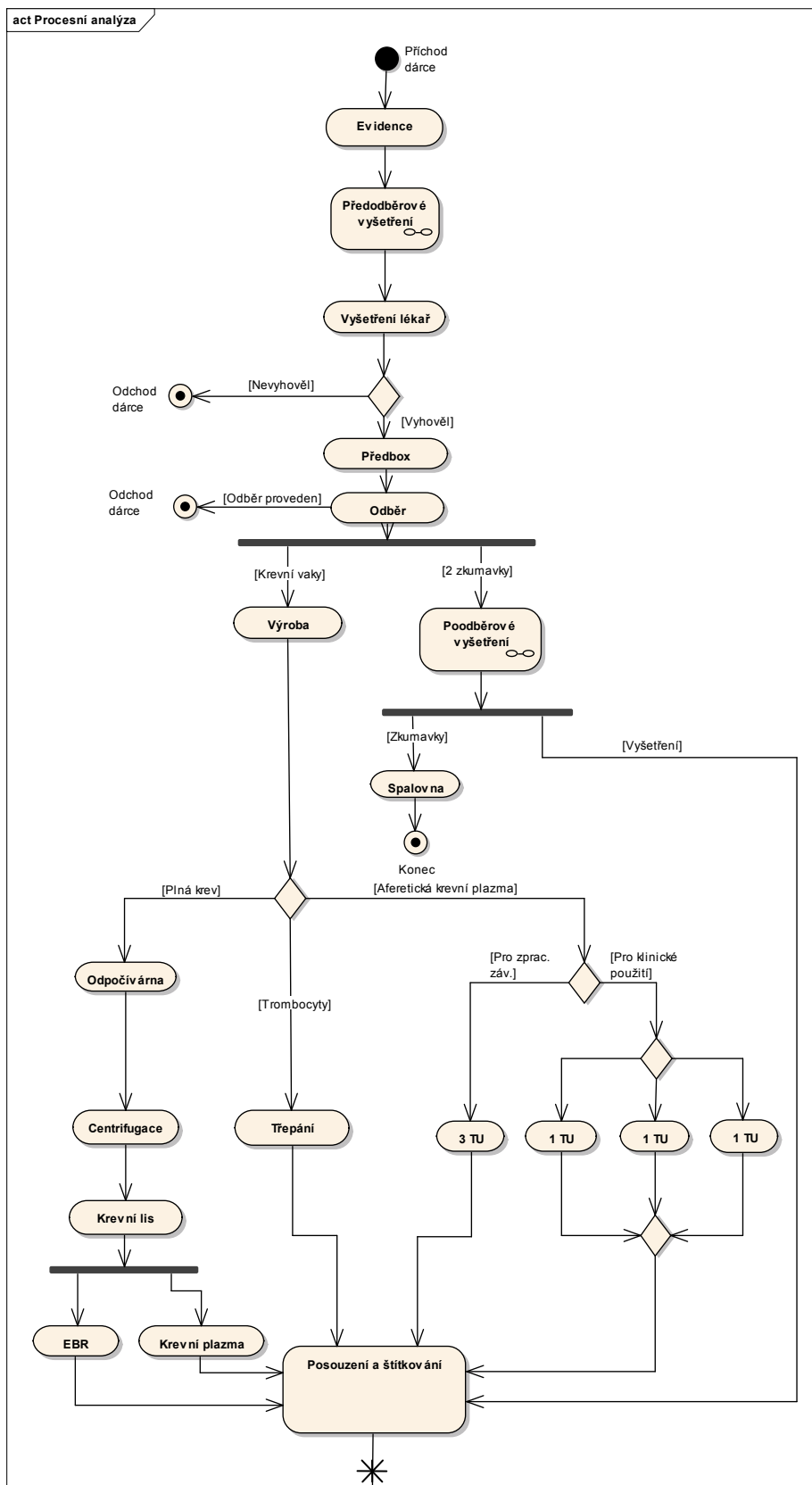
Příloha č. 5: Schéma začlenění RFID technologie do procesů laboratoří KC – Diagram aktivit.

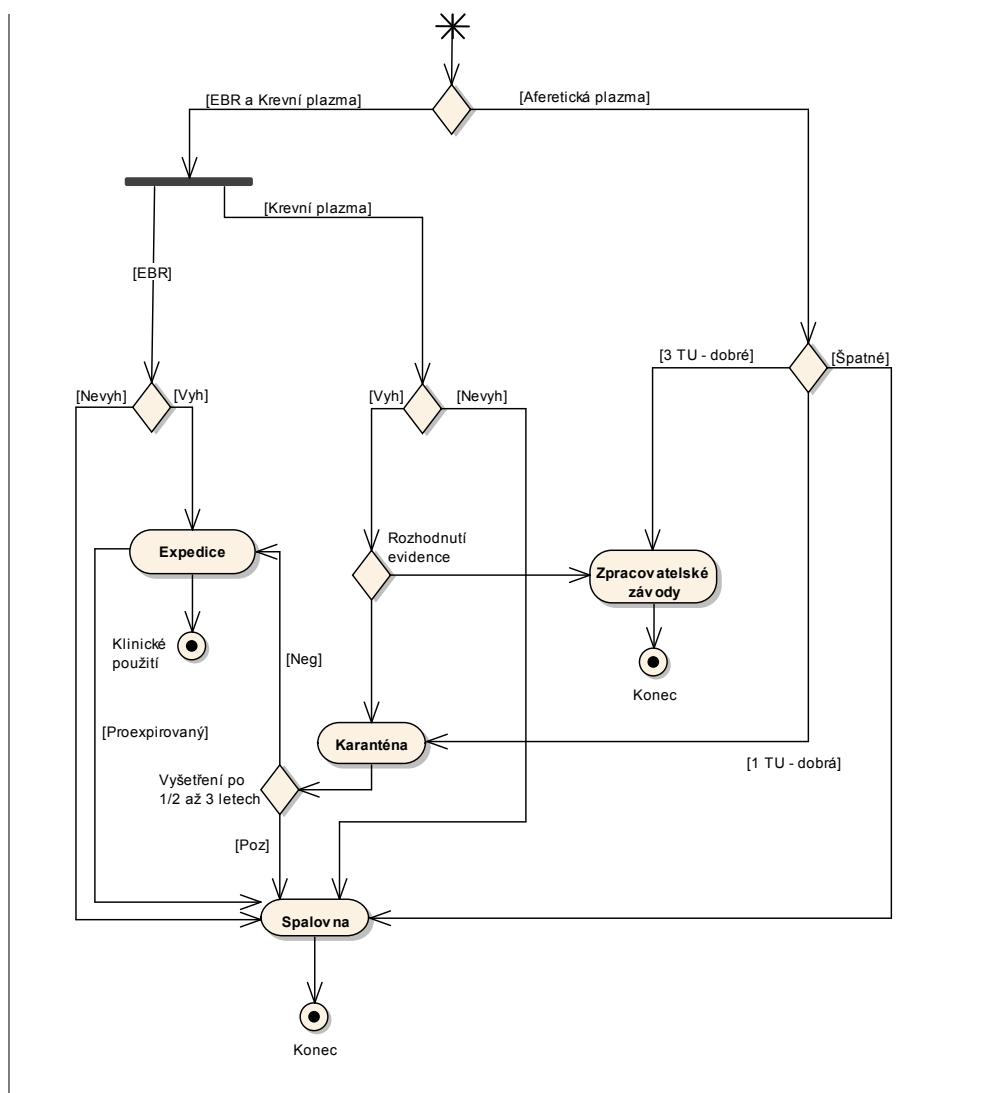
Příloha č. 6: IS pro detekci průchodu branami – Diagram tříd.

Pozn.: Všechny přílohy jsou nahrány na přiloženém CD.



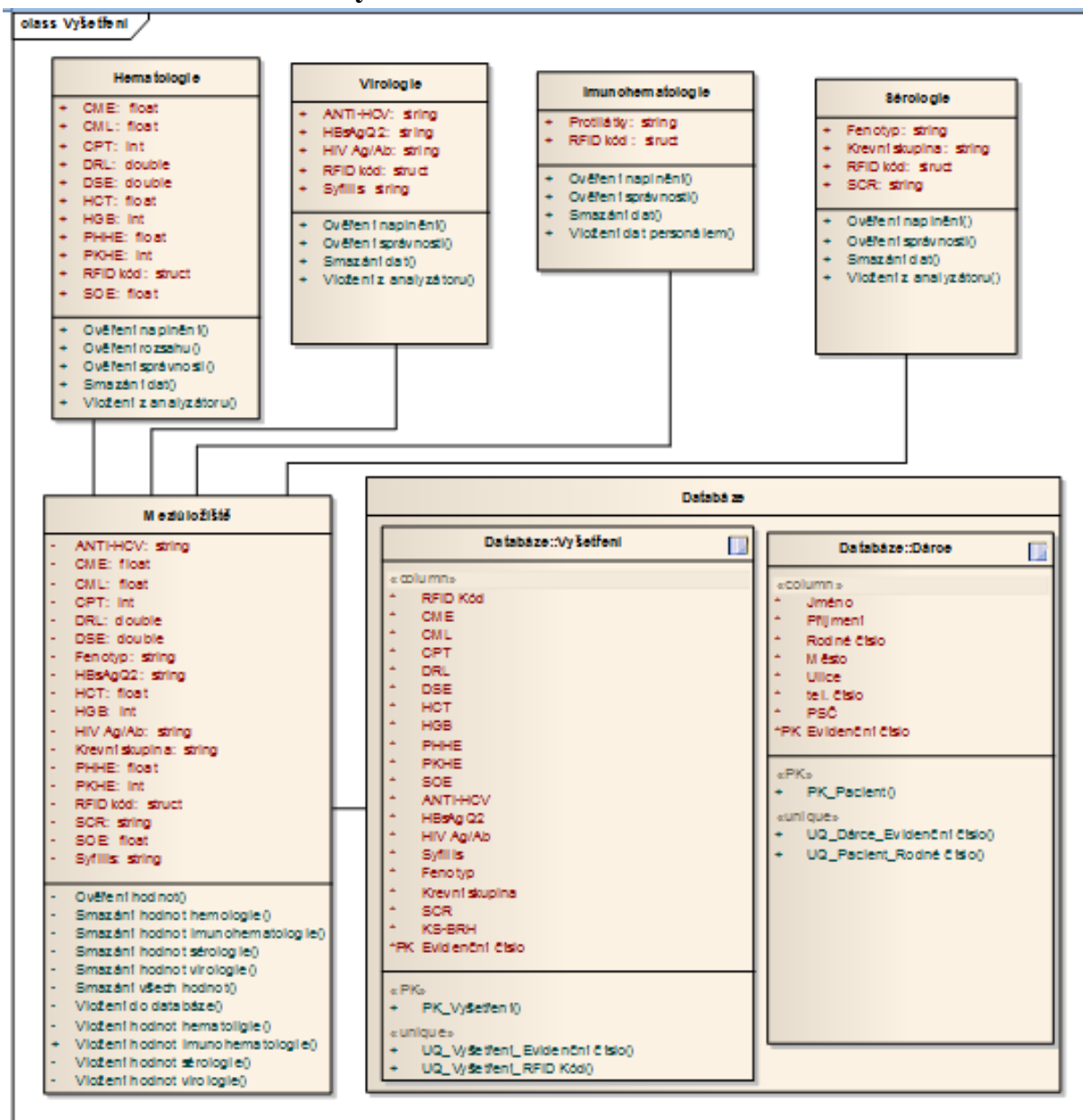
## Příloha č. 1: Procesní analýza KC





**Obr. č. 15: Procesní analýza krevního centra.**

## Příloha č. 2: Datová analýza laboratoří KC



Obr. č. 16: Datová analýza laboratoří KC